

Univerzita Karlova v Praze  
*Přírodovědecká fakulta*  
*Katedra antropologie a genetiky člověka*



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Studium parametrů lineární tělesné proporcionality  
u chlapců ve věku 11–14 let**

*Study of somatic traits of linear proportionality in boys at the age  
of 11 to 14 years*

Kateřina Němcová

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Petr Sedlak, Ph.D.

V Praze 2009

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně jen s použitím citované literatury a pod vedením svého školitele.

V Praze, 1. 9. 2009

Kateřina Němcová

.....

## Poděkování

Ráda bych poděkovala RNDr. Petru Sedlakovi, Ph.D. za pečlivé vedení diplomové práce, ochotu a čas, který mi věnoval. Mé poděkování patří také ředitelům základních škol a gymnázií, kteří nám umožnili antropologický výzkum realizovat, a především děkuji své rodině za podporu během celého studia.

# 1 Abstrakt

Tato studie přináší informace o lineární tělesné proporcionality pubertálních chlapců. Proporcionality tělesné stavby byla u všech jedinců ověřena pomocí SD-skóre získaných dat a zhodnocením přirozených Perkalových indexů. Každé dítě bylo posouzeno s ohledem na jeho biologickou zralost pomocí indexu KEI. Pro hodnocení růstu jedince a jeho proporcionality byla testována shoda KEI a difference výškového a chronologického věku. Posouzení těchto biologických trendů umožnilo oddělit chlapce s případnou fyziologickou variantou růstu od případů se suspektní růstovou patologií. Po vyřazení disproporcionálních jedinců zahrnoval soubor 346 chlapců ve věku 10–14 let. Pro hodnocení změn tělesné proporcionality byly vybrány lineární somatické markery s vysokou mírou přesnosti a spolehlivosti měření a byly k nim i k vypočteným indexům stanoveny popisné statistiky. Charakterizace souboru byla provedena srovnáním s populační specifickou normou v ročních a půlročních věkových kategoriích. Popisné statistiky indexu subischální délky a výšky vsedě a indexu rozpětí paží a tělesné výšky nejsou součástí referenčních standardů současné populace a byly tedy pro možnost klinického využití sestaveny na základě dat získaných v rámci této studie. Zhodnocením validity lineárních parametrů a indexů byly doporučeny adekvátní markery k posuzování lineární tělesné proporcionality. V této práci bylo také provedeno zhodnocení mezipohlavních rozdílů tělesné proporcionality a byl sledován vývoj korelační závislosti lineárních parametrů u chlapců během puberty. Porovnání našeho souboru s dalšími studiemi ukazuje na možné působení pozitivního sekulárního trendu tělesné výšky u třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců našeho souboru a některé studie naznačují, že se působením sekulárního trendu mění i tělesná proporcionality. Záměrem srovnání souboru se zahraničními studiemi bylo posoudit vliv etnických a environmentálních faktorů na lineární tělesnou proporcionality.

Klíčová slova: proporcionality, indexy lineární tělesné proporcionality, sekulární trend

## 2 Abstract

This study brings the information on linear body proportionality of pubescent boys. The body linear proportionality was validated by using the SD scores gained from the measured data and by validating the individual proportionality with help of natural Percal indices. Each child was considered according to his biological maturity by using KEI index. For rating of the growth of individual and his proportionality, the compliance of KEI index and the difference of height and chronological age were validated. The considering of those biological trends made it possible to separate the individuals with possible physiological variant of normal growth from the individuals with suspect growth pathology. The set included 346 boys in the age of 10–14 years, after replacing of disproportional individuals from the study. For evaluation of changes in the linear body proportionality the linear somatic markers with high degree of accuracy and reliability of measurement were chosen and the descriptive statistics were set to these parameters and to their indices. Comparing with reference sets the changes in proportional relations in year and half-year categories were described. Descriptive statistics of subischial length to sitting height index and arm span to body height index are not part of the referential standard of contemporary population and thus they were set, based on the gained data in the range of this study for the possible future clinical use. The aim of this thesis was also to justify the validity of linear parameters and to recommend the adequate markers for validation of linear body proportionality. The examination of intersexual differences of linear body proportionality was also done in this thesis and the development of correlation dependence of linear parameters by the boys and girls during pubescent age was followed. Comparison of our set with other studies points to possible positive secular trends in body height of 13 and 14 year old boys in our set. Some studies indicate that the linear proportionality is being changed with secular trend. By comparing with foreign studies the influence of ethnic and environmental factors on body proportionality was inspected.

Keywords: proportionality, linear proportionality indices, secular trends

### 3 Obsah

1	ABSTRAKT .....	4
2	ABSTRACT .....	5
3	OBSAH.....	6
4	SEZNAM ZKRATEK.....	9
5	ÚVOD .....	12
6	HYPOTÉZY.....	13
7	CÍLE PRÁCE .....	14
8	PERIODIZACE DĚTSKÉHO VĚKU .....	15
8.1	NOVOROZENEC.....	15
8.2	KOJENEC .....	16
8.3	BATOLE .....	16
8.4	PŘEDŠKOLNÍ VĚK.....	16
8.5	PREPUBERTA .....	17
8.6	PUBERTA .....	18
8.7	ADOLESCENCE.....	19
9	RŮSTOVÁ DIAGNÓZA.....	20
9.1	HODNOCENÍ LINEÁRNÍHO RŮSTU A LINEÁRNÍ TĚLESNÉ PROPORCIONALITY .....	21
9.2	RŮSTOVÉ VZORCE .....	21
9.3	HODNOCENÍ BIOLOGICKÉHO VĚKU .....	23
10	ŘÍZENÍ RŮSTU A ZMĚN TĚLESNÉ PROPORCIONALITY.....	24
10.1	GENETICKÉ FAKTORY .....	24
10.2	ENDOKRINNÍ FAKTORY .....	24
10.3	ENVIRONMENTÁLNÍ FAKTORY RŮSTU .....	26
11	PORUCHY RŮSTU .....	28
11.1	DIFERENCIÁLNÍ DIAGNÓZA MALÉHO VZRŮSTU .....	28
11.1.1	<i>Fyziologické varianty růstu.....</i>	28
11.1.2	<i>Intrauterinní růstová retardace.....</i>	28
11.1.3	<i>Idiopatický malý vzrůst .....</i>	28
11.1.4	<i>Dysmorfické syndromy s růstovou retardací.....</i>	29
11.1.5	<i>Endokrinní poruchy a malý vzrůst .....</i>	30
11.1.6	<i>Sekundární malý vzrůst .....</i>	31
11.2	DIFERENCIÁLNÍ DIAGNÓZA NADMĚRNÉHO VZRŮSTU .....	33
11.2.1	<i>Nadměrný vzrůst s normální růstovou rychlostí .....</i>	34
11.2.2	<i>Nadměrný vzrůst se zvýšenou růstovou rychlostí.....</i>	34
11.2.3	<i>Dysmorfické syndromy bez poruchy lineární proporcionality .....</i>	34
11.2.4	<i>Dysmorfické syndromy s disproporcionalitou lineárních parametrů.....</i>	35
11.3	KOSTNÍ DYSPLÁZIE.....	36
11.3.1	<i>Defekty růstu dlouhých kostí a/nebo páteře .....</i>	37
11.3.2	<i>Poruchy vývoje chrupavky a vazivových komponent skeletu .....</i>	39
11.3.3	<i>Změny hustoty kortikálních diafyzárních částí a/nebo modelace metafýz.....</i>	39
12	MATERIÁL A METODIKA.....	41
12.1	MATERIÁL A METODIKA SBĚRU DAT.....	41
12.2	METODIKA MĚŘENÍ .....	42
12.2.1	<i>Definice vybraných rozměrů a projektivních měř .....</i>	42
12.2.2	<i>Definice indexů .....</i>	46
12.3	OVĚŘENÍ VALIDITY SOUBORU PRO TESTOVÁNÍ MARKERŮ LINEÁRNÍ PROPORCIONALITY .....	47

12.3.1	Perkalovy indexy.....	47
12.3.2	Výškový věk (VV).....	48
12.3.3	Index vývoje stavby těla (KEI).....	48
12.4	STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ SOMATOMETRICKÝCH ÚDAJŮ.....	49
12.4.1	Základní statistické charakteristiky.....	49
12.4.2	Testování statistických hypotéz.....	50
12.4.3	Korelace a regrese.....	52
12.4.4	Kontingenční tabulky.....	53
12.4.5	Morfogramy.....	53
<b>13</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE.....</b>	<b>54</b>
13.1	OVĚŘENÍ VALIDITY ZÍSKANÝCH DAT.....	54
13.1.1	Testování přesnosti a správnosti měření.....	54
13.1.2	Přirozené Perkalovy indexy.....	54
13.1.3	Diference výškového a chronologického věku.....	55
13.1.4	Vývojový stav na základě KEI.....	56
13.1.5	Shoda KEI a difference výškového a chronologického věku.....	56
13.1.6	Diskuze.....	63
13.2	POPISNÉ STATISTIKY SOMATOMETRICKÝCH PARAMETRŮ.....	64
13.3	ZHODNOCENÍ CHARAKTERISTIK SOUBORU PUBERTÁLNÍCH CHLAPCŮ VE VZTAHU K POPULAČNÍ NORMĚ.....	67
13.3.1	Srovnání s výsledky CAV 2001.....	67
13.3.2	Srovnání se Semilongitudinální studií 1997–2000.....	68
13.3.3	Diskuze.....	81
13.4	PROPORCIONALITA HORNÍHO A DOLNÍHO SEGMENTU POSTAVY.....	82
13.5	PROPORCIONALITA ROZPĚTÍ PAŽÍ A TĚLESNÉ VÝŠKY.....	84
13.5.1	Diskuze.....	85
13.6	SROVNÁNÍ S DALŠÍMI STUDIEMI.....	86
13.6.1	Srovnání s výsledky CAV 1991.....	86
13.6.2	Srovnání s výsledky brněnské růstové studie 1961–1982.....	87
13.6.3	Srovnání s výsledky olomoucké studie 2001–2002.....	89
13.6.4	Srovnání s výsledky studie československé populace 1980 a 1985.....	90
13.6.5	Srovnání se zahraničními studiemi.....	98
13.6.6	Diskuze.....	106
13.7	INTERSEXUÁLNÍ ROZDÍLY SOMATICKÝCH PARAMETRŮ, PROJEKTIVNÍCH MĚR A INDEXŮ.....	107
13.7.1	Intersexuální rozdíly u jedenáctiletých dětí.....	107
13.7.2	Intersexuální rozdíly u dvanáctiletých dětí.....	109
13.7.3	Intersexuální rozdíly u třináctiletých dětí.....	111
13.7.4	Intersexuální rozdíly u čtrnáctiletých dětí.....	113
13.7.5	Diskuze.....	117
13.8	METODY STANOVENÍ HORNÍHO A DOLNÍHO SEGMENTU TĚLA.....	119
13.9	KORELACE LINEÁRNÍCH PARAMETRŮ.....	120
13.9.1	Vývoj korelací lineárních parametrů během pubertálního období.....	121
13.10	KAZUISTIKY.....	123
13.10.1	Chlapec průměrného vzrůstu s proporcionální tělesnou stavbou.....	123
13.10.2	Chlapec malého vzrůstu s vývojovým opožděním.....	125
13.10.3	Chlapec vyššího vzrůstu s vývojovým urychlením.....	127
13.10.4	Chlapec nadměrného vzrůstu s narušenou lineární proporcionality tělesné stavby.....	129
13.11	DOPORUČENÍ K HODNOCENÍ LINEÁRNÍ TĚLESNÉ PROPORCIONALITY.....	132
<b>14</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>135</b>
<b>15</b>	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>138</b>
<b>16</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>142</b>
<b>17</b>	<b>PŘÍLOHY NA CD.....</b>	<b>143</b>
17.1	SEZNAM TABULEK.....	143
17.2	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	147

<b>18</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>148</b>
-----------	--	------------



## 4 Seznam zkratek

ACTH	adrenokortikotropní hormon (adrenocorticotropic hormone)
ACH	achondroplázie (achondroplasia)
ALL	akutní lymfoblastická leukemie (acute lymphoblastic leukemia)
A-Z	výška bodu akromiale
BMI	body mass index
CAV	celostátní antropologický výzkum
CD	celiakie (celiac disease)
CF	cystická fibróza (cystic fibrosis)
CFTR	cystic fibrosis transmembrane conductance regulator
CNS	centrální nervový systém
COL1A1	gen pro kolagen typu I (collagen, type I, alpha 1)
COL1A2	gen pro kolagen typu II (collagen, type I, alpha 2)
Da-Da	rozpětí paží
Da-Z	výška bodu daktylion
DS	dolní segment
DXA	kostní denzitometrie (Dual-energy X-ray Absorptiometry)
FBN1	fibrillin 1
FGF	růstový faktor fibroblastů (fibroblast growth factor)
FGFR3	receptor 3 pro růstový factor fibroblastů
FSH	folikuly stimulační hormon (follicle-stimulating hormone)
GH	růstový hormon (growth hormone)
GIOP	glukokortikoidy-indukovaná osteoporóza (glucocorticoid-induced osteoporosis)

GK	glukokortikoidy
HS	horní segment
CHV	chronologický věk
ICP	trojkomponentní model růstu (Infancy – Childhood – Puberty)
Ic-Z	výška bodu iliocristale
IGF-1	inzulinu-podobný růstový faktor-1 (insulin-like growth factor 1)
IL-6	interleukin-6
ISS	idiopatický malý vzrůst (idiopathic short stature)
Is-Z	výška bodu iliospinale anterior
IUGR	intrauterinní růstová retardace (intrauterine growth restriction)
JIA	juvenilní idiopatická artritida
KD	kostní dysplázie
KEI	index vývoje stavby těla (Der Körperbauentwicklungsindex)
KH	kongenitální hypotyreóza
LH	luteinizační hormon
MED	mnohočetná epifyzární dysplázie
MGS	mid-growth spurt
NF1	neurofibromatóza typu 1
NSD1	nuclear receptor binding SET domain protein 1
OCHD	osteocondrodysplázie
OI	osteogenesis imperfecta
PAR1	pseudoautozomální oblast 1 pohlavních chromozomů
PBM	vrchol kostní hmoty (peak bone mass)
PHV	vrchol růstového urychlení (peak height velocity)
pQCT	periferní kvantitativní počítačová tomografie (peripheral quantitative computed

	tomography)
PS	pubertální spurt
PSACH	pseudoachondroplázie
RDP	růstový dědičný potenciál
RI	rohrerův index
RTG	rentgenové záření
SCD	spondylokostální dysplázie
SD	směrodatná odchylka (standard deviation)
SDS	SD-skóre (skóre směrodatných odchylek)
SED	spondyloepifyzární dysplázie
SHOX	the short stature homeobox-containing gene on the X chromosome
Sst-Z	výška bodu suprasternale
Sy-Z	výška bodu symphision
TH	tělesná hmotnost
TH	tyreoidální hormony
TS	turnerův syndrom
TV	tělesná výška
VV	výškový věk
Vvsedě	výška vsedě
WHO	světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

## 5 Úvod

Tělesná výška charakterizuje somatický vývoj jedince a zdravotní i socioekonomický stav populace (Vignerová et al., 2006). Změny v růstu dítěte však nejlépe odráží lineární proporcionalita jeho tělesné stavby a zvláště pro pubertální období je charakteristická výrazná variabilita fyziologického růstu.

Vzhledem k tomu, že růstové selhání může nastoupit kdykoliv během dětství, je nezbytné věnovat pozornost sledování růstu všech dětí (Magnová, 2008). Ve spojení s malým či nadměrným vzrůstem je hodnocení lineární proporcionality důležitým markerem pro diagnostiku řady onemocnění, např. dysmorfických syndromů, kostních dysplázií, endokrinopatií či chronických chorob. Vzájemné vztahy somatických markerů totiž odráží funkční a strukturní změny, které v organismu probíhají (Živičnjak et al., 2003). Včasné podchycení disproportionální růstové poruchy umožní navodit adekvátní léčbu a vede k pokusu o optimalizaci finální tělesné výšky jedince.

V literárním přehledu této práce je tedy věnována zvýšená pozornost stanovení růstové diagnózy a růstovým poruchám, klasifikovaným na základě změn tělesné proporcionality. Dále byla zohledněna proporcionalita tělesné stavby během ontogenetického vývoje a faktory, které ji ovlivňují.

Sestavením vlastního souboru dat byla vypracována studie lineární proporcionality chlapců ve věku 10–14 let, pocházejících převážně z Moravskoslezského kraje. Validita lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality byla hodnocena s ohledem na biologickou zralost dítěte. K posouzení vývojového trendu jedince byl vzhledem k tématu práce zvolen proporcionalní věk (KEI), který je platnou pomůckou při stanovení biologického stáří (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Na základě výsledků práce byly doporučeny parametry vhodné k běžnému posuzování lineární tělesné proporcionality v klinické praxi a především byly stanoveny indexy tělesné proporcionality, které nejsou součástí referenčních dat pro naši populaci.

## 6 Hypotézy

1. Proporcionalita dítěte se v průběhu postnatální ontogeneze mění v závislosti na dynamice tělesného růstu.
2. Ve vývoji sledovaných znaků jsou patrné intersexuální rozdíly.
3. Působení pozitivního sekulárního trendu tělesné výšky se promítá i do změn tělesné proporcionality.

## **7 Cíle práce**

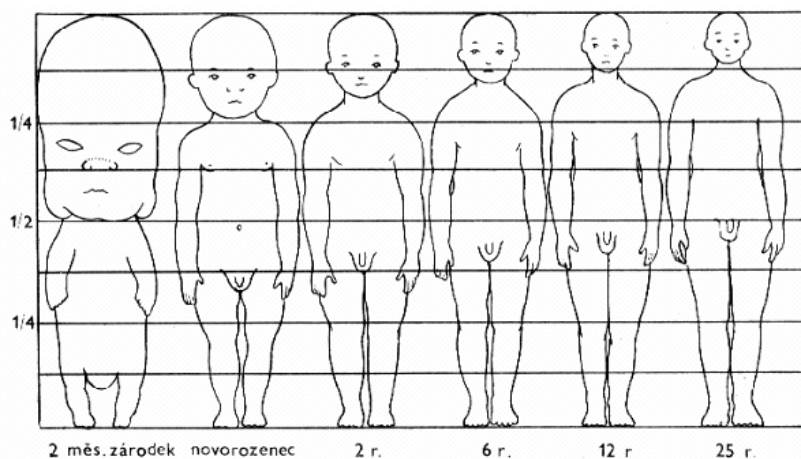
1. Podat charakteristiku lineární tělesné proporcionality souboru pubertálních chlapců s ohledem na interindividuální variabilitu růstu a biologickou zralost.
2. Zhodnotit vztah souboru pubertálních chlapců k populační normě a definovat změny v lineární proporcionality těla s ohledem na věk.
3. Zhodnotit validitu použitých tělesných parametrů, projektivních rozměrů a indexových hodnot.
4. Porovnat parametry lineární tělesné proporcionality s údaji českých růstových studií a zhodnotit možný vliv sekulárního trendu.
5. Porovnat parametry lineární tělesné proporcionality českých pubertálních chlapců s biologicky blízkými i vzdálenějšími populacemi.

## 8 Periodizace dětského věku

Specifické růstové tempo jednotlivých částí těla je dáno pravidelným střídáním period rychlejšího růstu a růstového zklidnění, procesů fenotypově se projevujících změnami tělesné proporcionality dítěte (Sedlak et al., 2007). Střídají se tak období období růstové akcelerace, s výraznějším růstem lineárních rozměrů a období relativního růstového klidu, kdy rostou více obvodové parametry (Bláha et al., 2006).

### 8.1 *Novorozenec*

Neonatální období trvá od narození do ukončeného 28. dne života. Porodní míry činí v průměru 50 cm a 2500–4000 g (Klíma et al., 2003). Tyto míry však vypovídají jen velmi málo o dalším postnatálním růstu. Dvě třetiny zdravých dětí totiž mění v prvních dvou letech života své postavení v percentilové síti (Lebl, Krásničanová, 2007). Intersexuální rozdíly v tělesné výšce se formují již prenatálně a chlapci jsou při narození v průměru o 1 cm delší než dívky (Bouchalová, 1987). Po narození dochází k adaptaci jednotlivých tělních systémů na mimoděložní podmínky (Lebl, 2007a), narůstá podíl tukové složky (Lebl, Krásničanová, 1996) a začíná se měnit tělesná proporcionalita, která se od dospělého jedince výrazně liší (Obr. 8.1). Novorozenci se vyznačují poměrně velkou hlavou, dlouhým trupem a krátkými končetinami (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).



Obr. 8.1 – Vývoj proporcí lidského těla od 2. měsíce nitroděložního vývoje do dospělosti (podle Robbins et al., 1928)

## **8.2      *Kojenec***

Kojenecké období se datuje od 29. dne života do konce 1. roku. Růst a vývoj v tomto období je podmíněn dostatečným množstvím a skladbou přiváděných živin, zráním jednotlivých systémů (především CNS) a podnětným prostředím rodiny (Klíma et al., 2003). Podíl energetických složek potřebný pro růst činí v časném kojeneckém věku 40 % (ve dvou letech klesá až na 3 %). U dětí živených makrobiotickou či veganskou stravou v prvních dvou letech života může dojít k celkové podvýživě a k retardaci růstu z nedostatečné výživy (Schneidrová, 2007). Kojenecké období je charakteristické nejintenzivnějším růstem z celé postnatální ontogeneze. Se změnami v hormonální regulaci růstu a s narůstajícím vlivem růstového hormonu v prvních dvou letech života dochází k postupným změnám tělesné proporcionality. Plynule se zvyšuje podíl dolního segmentu těla. Z indexových hodnot subischialní délky (tj. rozdíl tělesné výšky a temenokostrční délky) a temenokostrční délky, je patrný intenzivnější růst dolního segmentu vůči hornímu segmentu těla (Prader et al., 1989) a narůstá také podíl tukové složky. Množství tělesného tuku však začíná mezi 6. a 12. měsícem u obou pohlaví klesat a tento pokles přetrvá až do 6–8 let (Lebl, Krásničanová, 1996). Do konce prvního roku se porodní hmotnost ztrojnásobí, tělesná délka vzroste o 50 %, obvod hlavy se od novorozeneckého období zvětší až o 14 cm a obvod hrudníku převyší obvod hlavy (Klíma et al., 2003).

## **8.3      *Batole***

U batolete (od jednoho do tří let věku) je růst pozvolnější a růstový přírůstek činí v tomto období asi 25 cm (Klíma et al., 2003). Na celkovém růstu se nejvíce podílí nárůst délky dolních končetin. U chlapců činí délka dolních končetin 50 %, u dívek 54 % z konečné tělesné výšky a délka trupu činí ve 3,5 letech u chlapců 59 %, u dívek 63 % z konečné tělesné výšky (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Podíl délky dolního segmentu (subischialní délka) na horním segmentu těla (výška vsedě) se dále plynule zvyšuje (Prader et al., 1989). Obvod hlavy u obou pohlaví dosahuje již kolem 90 % své konečné velikosti (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). U batolat dominují nad délkovými rozměry parametry obvodové, jedná se totiž o období 1. tělesné plnosti. Působení negativních faktorů v batolecím období může vést k pozdějšímu nástupu dětské komponenty ICP modelu růstu (Kap. 9), k trvalému zpomalení růstu a k menší dosažené tělesné výšce v dospělosti (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

## **8.4      *Předškolní věk***

Toto období začíná po 3. roce života a trvá do doby školní zralosti. Růst je v předškolním věku stabilní, bez větších výkyvů (Klíma et al., 2003). Tělesné proporce se nadále postupně mění zvyšováním podílu dolního segmentu těla (subischialní délky) na výšce vsedě (Prader et al.,



1989). Kolem 6. roku dochází k akceleraci růstu lineárních parametrů, zvláště končetin. Tělo dítěte prochází první proměnou postavy a vyrovnává se proporcionalita končetin a trupu. Období první vytáhlosti se projevuje relativně štíhlejším trupem a delšími končetinami. Zda již dítě touto proměnou prošlo či nikoliv, lze hodnotit tzv. filipínskou mírou. Ta porovnává délku horní končetiny vzhledem k velikosti hlavy. Pozitivní výsledek nastane, když dítě dosáhne rukou přes temeno hlavy na protilehlý ušní boltec (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).



Obr. 8.2 – Filipínská míra – hodnocení tělesné vyspělosti  
(Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006)

## 8.5 *Prepuberta*

Mladší školní věk se u chlapců datuje mezi 7. až 12,5. rokem a u dívek mezi 7. až 10. rokem života. Závěr prepubertálního období nelze kvůli variabilnímu nástupu puberty přesně stanovit (Lebl, 2007a). Růst je v prepubertě plynulý a vyrovnaný je i tělesná proporcionalita (Sedlak, 2000). Podíl růstu subischialní délky vůči výšce vsedě u chlapců v prepubertě nadále narůstá a trend růstu se obrací až okolo čtrnácti let věku. U dívek dochází k výraznějšímu růstu výšky vsedě oproti subischialní délce dříve než u chlapců. Vrchol růstové rychlosti výšky vsedě totiž u dívek nastává v průměru v 11,9 roku (Sedlak et al., 2007).

Růstová rychlost v dětství činí přibližně 5 cm za rok a prepubertálně klesá. V tomto období dochází k cyklicky se opakujícím růstovým urychlením. Nástup a průběh těchto minispurtů je značně variabilní, nejvýrazněji zachytitelný je tzv. mid-growth spurt (MGS) mezi 6. a 8. rokem života. MGS je spojován s aktivací nadledvin a tedy se zvýšenou sekrecí nadledvinových androgenů (tzv. adrenarché) (Lebl, Krásničanová, 2007). Výška i průběh MGS se na průměrné rychlostní křivce všech lineárních somatických markerů jeví u obou pohlaví stejně. Jeho nástup a ukončení je však u dívek časnější (stejně jako u pubertálního spurtu, PS) a na decelerační fázi MGS u dívek navazuje akcelerační fáze PS. U chlapců dochází po MGS k výraznému poklesu růstové rychlosti a počátek pubertálního spurtu začíná až o 1,5 roku později než u dívek (Sedlak et al., 2007). Vlivem adrenarché se začíná zvyšovat procento celkového tělesného tuku a dochází k sexuálnímu dimorfismu v jeho ukládání. U dívek je i po 8. roce patrný nárůst tukové

složky a u chlapců následuje po nárůstu mezi 7. a 10. rokem pokles množství tělesného tuku. Tělesné proporce postupně získávají dospělý vzorec (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

## **8.6 Puberta**

Puberta je hormonálně podmíněný proces fyzického zrání a růstového spurtu. Pro její fyziologický průběh je nutná souhra hormonálních systémů, hypothalamus–růstový hormon–IGF-I a hypothalamus–hypofýza–gonády. V tomto období je sekrece GH a IGF-I nejvyšší z celého lidského života. Aktivací gonadarché osou hypofýza–gonády začne hypofýza produkovat gonadotropiny (FSH a LH) a postupně se tak zvyšuje produkce pohlavních hormonů, potřebných k urychlení růstu a rozvoje pohlavních znaků.

U dívek je první známkou puberty růst prsů a někdy i pubického ochlupení (mezi 8. a 13. rokem). K počátečním příznakům u nich patří také redistribuce tuku a růstový výšvih. Menarché nastane do jednoho roku po vrcholu růstové akcelerace, tedy v průměru ve 13 letech. Dosažením pohlavní dospělosti období puberty (první ovulace) končí (Lebl, Krásničanová, 2007).

U chlapců je jasnou signalizací nástupu puberty zvětšení objemu varlat na 4 ml. Ke zvětšování testes z prepubertálního objemu 3 ml obvykle dochází již před desátým rokem věku a puberta u chlapců končí při zahájení spermatogeneze, tedy v okamžiku, kdy je mladý jedinec schopný reprodukce (Lebl, Krásničanová, 2007). Pubertální růstová akcelerace nastává v průměru ve 12,5 letech, tedy o dva roky později než u dívek. Delší prepubertální růst a pozdější intenzivnější růstové urychlení u chlapců však vedou k vyššímu finálnímu vzrůstu mužů, v průměru o 13 cm (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Lineárním růstem během puberty dochází k zeštíhlování tělesných proporcí a patrný je také rozvoj aktivní tělesné hmoty (rozvoj skeletu a kosterního svalstva). Hmotnost tukové složky těla však v nástupu puberty mírně klesá (Sedlak, 2001). Nejrychleji dosahuje maximální růstové rychlosti subischální délka, o rok později pak výška vsedě. Vrchol růstové rychlosti tělesné výšky se nachází uprostřed vrcholů růstové rychlosti horního (výška vsedě) a dolního (subischální délka) segmentu těla. Růstová dynamika horní končetiny je u obou pohlaví zcela shodná s vývojem růstové rychlosti tělesné výšky (Sedlak et al., 2007).

Po prudké akceleraci růstu lineárních proporcí se začínají projevovat intersexuální rozdíly v šířkových rozměrech chlapců a dívek. U chlapců se zvětšuje šířka ramen a hrudníku, u dívek dochází ke zvětšování rozměrů pánve, k vyznačení boků a k tvarování trupu (vývinem prsů dochází k nárůstu obvodových parametrů v oblasti hrudníku). Typicky ženské tvarování postavy

podpoří ještě zúžení pasu, u chlapců narůstá svalovina (Lebl, Krásničanová, 2007). Změnami tělesných proporcí tak dochází k rozlišení na androidní a gynoidní typ postavy.

## **8.7     *Adolescence***

V adolescenci (16–18 let), která představuje vývojový přechod mezi dětstvím a dospělostí, dochází k výraznému zpomalování až úplnému zastavení růstu těla do výšky (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). U chlapců je růst ukončen před 18. rokem života (s finální průměrnou tělesnou výškou 180,1 cm), u dívek končí růst dříve než u chlapců, v současnosti okolo 17. roku života (s finální průměrnou tělesnou výškou 167,2 cm) (Vignerová et al., 2006). Další vývoj se týká dokončování kvalitativních změn organismu. Životní styl v dospělosti pak významně ovlivňuje rozvoj či ochabování svalové síly, ukládání podkožního tuku či snižování pevnosti kostí (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

## 9 Růstová diagnóza

Nejcitlivější mírou růstu je tělesná výška a tělesná hmotnost. Chybné výživové návyky a případné růstové patologie mohou být včas podchyceny, pokud jsou tělesné charakteristiky dítěte systematicky sledovány (Provazník, Vignerová, Bláha, 2007). Pro stanovení růstové diagnózy se hodnotí lineární růst, stav výživy a biologický věk dítěte. K jejímu kvalitnímu určení je nutná znalost zákonitostí podle lidského konceptu růstu. Růstovou křivku člověka podrobně analyzoval švédský auxolog Karlberg (1989) a matematicky ji rozdělil do tzv. trojkomponentního ICP modelu (Infancy – Childhood – Puberty). ICP komponenty představují jednotlivé, časově se překrývající a hormonálně odlišně řízené úseky (Lebl, Krásničanová, 1996).

Komponenta I (Infancy, infantilní komponenta růstu) je přímým pokračováním intrauterinního růstu. Začíná okolo 26. týdne prenatálního vývoje a vyznívá po 3. roce věku (Šmahel, 2001). Hormonálně je řízena především růstovým faktorem IGF-I, růstový hormon se stává plně zodpovědným za tělesný růst až během druhého roku života. Růstový potenciál zděděný po rodičích se v tomto období ještě neuplatňuje a růst se tedy řídí jinými zákonitostmi než v pozdějším životě. Pro infantilní komponentu je charakteristický pokles tempa skeletálního růstu z 25 cm v prvním roce života na 12 cm ve druhém roce, v dalších letech je tento pokles již mírnější a růstové tempo je u chlapců i dívek vyrovnané (Lebl, Krásničanová, 2007).

Komponenta C (Childhood, dětská komponenta růstu) se začíná uplatňovat od konce prvního roku života a vyznívá v dospělosti (Šmahel, 2001). S nástupem dětské komponenty se začíná uplatňovat genetický růstový potenciál dítěte a do dvou let věku zaujme zdravé dítě své dědičně dané místo v percentilové síti tělesné výšky. Daná pozice se pak již obvykle nemění a předurčuje jeho dospělou tělesnou výšku (Lebl, Krásničanová, 2007). Období dětství je spojeno s účinkem růstového hormonu při pokračujícím působení IGF-I. Od dvou do jedenácti let věku je růstový přírůstek nejméně 5 cm za rok.

Poslední komponentou je P (Puberty, pubertální komponenta růstu). Jedná se o fázi přídatného růstu k dětské komponentě a projevuje se akcelerací růstu (Bláha, Susanne, Rebato, 2007), vyvolaného účinkem pohlavních hormonů (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). V hormonálním řízení této komponenty se uplatňují dále i IGF-I a GH (Lebl, Krásničanová, 2007). Pro pubertu je charakteristický výrazný tělesný růst, který se zrychluje do věku nejvyšší růstové rychlosti a dále růstová rychlost dítěte klesá až do zastavení růstu (Sedlak, 2001). P komponenta finální tělesné výšce přispívá u dívek přibližně 11 cm a u chlapců 15 cm.

Príspevek C komponenty je u obou pohlaví v tomto období asi 15 cm (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

### **9.1 *Hodnocení lineárního růstu a lineární tělesné proporcionality***

Auxologie je interdisciplinární obor, který se zabývá problematikou tělesného růstu a vývoje v nejširších aspektech (Krásničanová, Zemková, 1991). Zpomalení tempa růstu může být první známkou vážného onemocnění i několik let před jeho vlastní klinickou manifestací. Správná monitorace růstu tedy umožňuje včasné podchycení případné růstové poruchy (Pomahačová, 2007). Pro vymezení růstové retardace se používají percentilové grafy tělesné výšky, kdy zjištěná výška dítěte spadá pod 3. percentil pro daný věk nebo se růstová rychlost dítěte nachází pod 10. percentilem, dlouhodoběji pod 25. percentilem pro daný věk (vypočítáno ze dvou přesných měření v odstupu alespoň 6 měsíců) (Lebl, 2003). Malý vzrůst je pak důsledkem snížené růstové rychlosti nebo zkrácené doby růstu.

Nadměrný vzrůst je méně častým jevem než zpomalení růstu. Dochází k němu při zvýšené růstové rychlosti nebo při prodloužení celkové doby růstu. Zjištěná tělesná výška zaujímá pozici nad 97. percentilem, nebo je vyšší než +2 SD (Muntau, 2009).

K hodnocení lineární tělesné proporcionality se používají především relativní hodnoty znaků. Indexy hodnotí vzájemné proporční vztahy jednotlivých segmentů těla a vztahují daný parametr k tělesné výšce. Díky tomu spolehlivěji než SDS absolutních hodnot odhalí disproporcionalitu tělesných segmentů. Vedle metody normalizování dat (stanovení SD-skóre sledovaných markerů), která umožňuje posoudit hodnoty somatických parametrů jednotlivce ve vztahu k populační normě, lze hodnotit také intraindividuální proporcionalitu tělesné stavby pomocí přirozených Perkalových indexů (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

Hmotnostně-výšková proporcionalita se u dětí do šesti až deseti let doporučuje hodnotit pomocí grafů hmotnostně-výškového poměru, u starších dětí se používají grafy BMI (Body Mass Index). U dospívajících chlapců nemusí vždy zvyšující se hodnoty BMI jednoznačně znamenat zvyšující se podíl tukové složky. Důležité je přihlížet k rozvoji svalové hmoty u těchto chlapců (Provazník, Vignerová, Bláha, 2007).

### **9.2 *Růstové vzorce***

Při stanovení růstové diagnózy je nutno zohlednit variabilitu fyziologického růstu a hodnotit jej vždy s ohledem na biologickou zralost dítěte. K oddělení případné normální varianty růstu od suspektní růstové patologie byl v rámci této studie posuzován proporcionalní a výškový věk

(Kap. 9.3). Celkem se rozlišuje pět základních růstových vzorců s konečnou tělesnou výškou v mezích normy (v souladu s dědičným růstovým potenciálem):

- familiárně malý vzrůst;
- konstituční opoždění růstu a puberty;
- děti se střední tělesnou výškou;
- děti familiárně vysoké;
- konstituční urychlení růstu a puberty.

U dítěte s **familiárně malým vzrůstem** je růst rovnoměrný podél 3. percentilu, rodiče bývají také malé postavy a kostní věk je v souladu s věkem kalendářním (Muntau, 2009). Puberta tedy nastupuje v obvyklém věku (Lebl, Krásničanová, 1996) a tělesná výška v dospělosti odpovídá předpokládané výšce dle genetického růstového potenciálu, který je u těchto dětí podprůměrný.

Pro **konstituční opoždění růstu a puberty** je charakteristické stejnoměrné opoždění růstu, zrání skeletu a sexuální maturace. Porodní délka i hmotnost jsou u dětí s tímto vzorcem růstu normální. Snížená je však jejich růstová rychlost a dochází k opoždění nástupu puberty i pubertálního růstového výšvihu. Sklony k opoždění puberty jsou často zjištěny i v rámci rodinné anamnézy u rodičů. Finální dosažená výška v dospělosti je normální, protože růst probíhá vzhledem k opoždění kostního věku déle (Muntau, 2009).

Děti se **střední tělesnou výškou** představují přibližně 70 % populace. Tito jedinci rostou dlouhodobě v pásmu průměrných hodnot, puberta u nich začíná v průměrném věku a finální tělesná výška je také průměrná (Lebl, Krásničanová, 1996).

Stejně jako v případě malého vzrůstu, i u nadměrného vzrůstu je potřeba vymezit varianty normy od suspektních růstových patologií. Příčina nadměrného vzrůstu je téměř vždy familiární. Děti s **familiárně vysokým vzrůstem** rostou rovnoměrně nad 97. percentilem a obvykle je nadměrný vzrůst zjištěn v rámci rodinné anamnézy i u jiných členů rodiny. Kostní věk těchto dětí odpovídá věku kalendářnímu (Muntau, 2009). **Konstituční urychlení růstu a puberty** zahrnuje děti s urychleným kostním věkem a současně brzkým nástupem puberty (Muntau, 2009). Děti s tímto vzorcem růstu jsou v období růstové akcelerace vyšší než většina jejich vrstevníků, časně ukončení růstu však vede k dosažené výšce v dospělosti na dolní hranici průměru (Lebl, Krásničanová, 1996).

### **9.3     *Hodnocení biologického věku***

Vzhledem k tomu, že každá část těla má v jednotlivých periodách ontogeneze své specifické růstové tempo, jsou fenotypovým projevem tohoto procesu změny tělesné proporcionality dítěte (Sedlak et al., 2007). Hodnocení proporcionality informuje o postupu růstu a slouží ke stanovení biologického stáří individua. Pro hodnocení proporcionálního věku se používá index vývoje stavby těla, KEI. Metoda stanovení proporcionálního věku je neinvazivní a vysoce validní (Riegerová, Sedlak, 1996). V naší studii byla pro posouzení růstu jedince a jeho proporcionality testována shoda KEI a výškového věku (jedná se o věk, kdy naměřená hodnota tělesné výšky odpovídá 50. percentilu aktuální tělesné výšky dítěte na věkové ose růstového grafu). Posouzením těchto biologických trendů bylo možno oddělit jedince s případnou fyziologickou variantou růstu od jedinců se suspektní růstovou patologií.

## 10 Řízení růstu a změn tělesné proporcionality

Velikost růstu a změny tělesných proporcí závisí na genetických, endokrinních a environmentálních faktorech.

### 10.1 *Genetické faktory*

Velikost dítěte při narození je podmíněna převážně vlivy ze strany matky a ne jeho genetickým potenciálem. Po druhém roce života již dítě nemění své dědičně dané percentilové pásmo tělesné výšky a růstový dědičný potenciál (RDP) tak limituje jeho cílovou tělesnou výšku. Ta se zjišťuje se podle pohlaví dítěte a adjustované střední tělesné výšky rodičů, tzv. midparentální výška. Dítě se ve zjištěném pásmu nachází s 95 % pravděpodobností (Lebl, Krásničanová, 1996). Genetická determinace podmiňuje vyšší stabilitu vývoje znaků s lineární růstovou dynamikou, jako je tělesná výška, délkové a šířkové parametry a v dětství i tělesná hmotnost a některé indexy. Nižší genetickou podmíněnost a tedy větší vývojovou variabilitu vykazují míry obvodové (s výjimkou obvodu hlavy (Vignerová et al., 2006)) a tloušťka kožních řas. U těchto znaků dochází k nárůstu především v obdobích relativního růstového klidu (Bláha et al., 2006). V naší studii byl sledován vývoj korelační závislosti lineárních parametrů během pubertálního období (Kap. 13.9).

Během růstu se mění relace horního a dolního segmentu těla (Smith, Wordsworth, 2005). Hodnocením tohoto poměru lze pozorovat etnické rozdíly ve vertikální proporcionality. U afroamerických dětí jsou hodnoty poměru parametrů vertikální proporcionality konzistentně nižší než u dětí bílé populace a to již od raného dětství. Pro stejnou tělesnou výšku mají tedy Afroameričané relativně kratší hrudník (a tedy relativně delší dolní končetiny) než bílí Američané. Oproti tomu americké děti asijského původu mají oproti dětem bílé americké populace zkrácený dolní segment postavy (Malina, Bouchard, Bar-Or, 2004).

### 10.2 *Endokrinní faktory*

Endokrinní řízení růstu postihuje čtyři kaskady hormonálního působení (somatotropní, tyrotropní, kortikotropní a gonadotropní osa). Vedle hormonů růst významně ovlivňují růstové faktory.

**Somatotropní osa** zahrnuje hlavní regulátory postnatálního růstu: růstový hormon (GH) a inzulinu podobný růstový faktor (IGF-I).

Mezi hlavní části osy GH–IGF-I patří (Bláha, Susanne, Rebato, 2007):

- hypothalamus (sekrece somatoliberinu a somatostatinu);



- adenohipofýza (sekrece růstového hormonu);
- játra (endokrinní sekrece IGF-I hepatocyty);
- epifyzární růstová chrupavka (parakrinní a autokrinní sekrece IGF-I).

U obou pohlaví hladina GH a IGF-I v krvi dramaticky narůstá během druhé dekády života (Van Wyk, Smith, 1999) a po pubertě pozvolna klesá, každých 10 let o cca 10 % (Lebl, Krásničanová, 1996). Stimulem pro zvýšenou sekreci GH a IGF-I jsou pohlavní hormony. Účinky GH–IGF-I a pohlavních hormonů se vzájemně posilují, což pozitivně ovlivňuje pubertální růstovou akceleraci. Růstový hormon kromě růstu kostí do délky ovlivňuje také metabolismus sacharidů, lipidů a tělesné složení (Pomahačová, 2007). Deficit GH u dítěte vyvolá zpomalení růstové rychlosti, hormonální dysbalanci, či proporcionální hypofyzární malý vzrůst. Nadprodukce GH naopak vede ke gigantismu. Sekrece IGF-I je sice řízena hladinou růstového hormonu, tuto regulaci však významně ovlivňuje stav výživy a imunitní systém (Bláha, Susanne, Rebato, 2007). Sekreci IGF-I snižují proteokalorická malnutrice, humorální mediátory zánětu (cytokiny) či nadbytek glukokortikoidů (Zemková, 2000). Výsledkem může být snížení tvorby kostní hmoty a zvýšená resorpce kostní tkáně (Aris et al., 2000). Poklesem hladiny IGF-I klesá celková aktivita růstu (Bláha, Susanne, Rebato, 2007).

Hormony **tyreotropní osy** mají řadu funkcí. Regulují metabolismus sacharidů a lipidů, diferenciaci a maturaci jednotlivých tkání organismu, kontrolu celkového růstu a biologické zralosti v postnatálním období. Působení tyreoidálních hormonů (TH) je během kritického období (od prenatálního vývoje do 3 let věku), nezbytné pro správný vývoj CNS. Podle stupně nedostatku TH tak dochází k různě těžkému postižení mentálního vývoje (Hníková, 2005) a k retardaci růstu.

**Kortikotropní osa** je zahájena secernací kortikoliberinu hypotalamem, který stimuluje produkci adrenokortikotropního hormonu (ACTH). ACTH působí na kůru nadledvin, kde řídí produkci steroidních hormonů (androgenů a glukokortikoidů). V období okolo 6. roku života vyvolá vzestup hladin androgenů adrenarché a dojde k dočasnému krátkému zrychlení růstu. Androgeny totiž zvyšují hladiny GH, ale méně než pohlavní hormony v období puberty (Šmahel, 2001). Tímto vzestupem hladin hormonů kortikotropní osy končí období izosexuálního dětství (Bláha, Susanne, Rebato, 2007). Produkci GH snižují glukokortikoidy (GK) a negativně tak ovlivňují růst. GK se využívají při léčbě řady onemocnění, v nadbytku však vyvolávají snížení osteoformace a v prvních šesti měsících léčby navíc zvýšení osteoresorpce (Scheinost et al., 2006). Zvláště citliví ke GK jsou mladí lidé, protože mají vysoký poměr kostní remodelace (Sochett, Mäkitie, 2005). Děti dlouhodobě léčené kortikoidy trpí narůstající obezitou a opožďují se v růstu (Lebl, 2007b).

**Gonadotropní osa** zahrnuje působení pohlavních hormonů, produkovaných gonádami. Jejich hladiny nabývají nejvyšších hodnot v pubertě, k dočasnému vzestupu dochází také pár měsíců po porodu. Pohlavní hormony regulují rozvoj sekundárních pohlavních znaků, metabolismus a tělesnou stavbu (Bláha, Susanne, Rebato, 2007). Estrogen je hlavní hormon stimulující zvýšenou sekreci GH a IGF-I a tím i pubertální růstovou akceleraci u obou pohlaví (Veldhuis et al., 1997). Účinkem tohoto hormonu dochází k uzavírání epifyzárních růstových štěrbin a tím i k ukončení lineárního tělesného růstu. Předčasná osifikace růstových chrupavek tak může vést ke snížení konečné tělesné výšky, například u jedinců s předčasnou pubertou (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

### ***10.3 Environmentální faktory růstu***

Mezi environmentální faktory, které nejvíce ovlivňují růst jedince, patří zdravotní stav dítěte a přiměřená výživa s dostatečným obsahem energetických složek, bílkovin a minerálů. Dále hrají významnou roli psychosociální faktory a socioekonomické podmínky, ve kterých dítě vyrůstá (Vignerová et al., 2006). V rozvojových zemích trpí děti nedostatkem kvalitní stravy a zdravotní péče, což u nich vede k růstové retardaci, ve vyspělých zemích je vlivem nevhodného stravování a nedostatečné pohybové aktivity závažným problémem obezita (Provazník, Vignerová, Bláha 2007). Růstovou rychlost ovlivňuje také roční období. Na jaře či v létě je růst rychlejší než na podzim a v zimě (Novák, 2007).

Nejvyšší nároky na přísun energie jsou v období pubertálního růstového spurtu, kdy dochází k rozvoji kostní, svalové a tukové tkáně. Vrchol kostní hmoty (PBM, peak bone mass), dosažený na konci skeletální maturace, ovlivňují ze 70–75 % dědičné vlivy, zbývajících 20–25 % modelují zevní faktory, které mohou hrát v celoživotní bilanci objemu skeletu rozhodující roli (Bayer, Kutílek et al., 2002). Těmito faktory jsou především dostatečný přívod vápníku a přiměřená pohybová aktivita. Jejich nedostatek zvyšuje riziko rozvoje osteoporózy v dospělosti (Schneidrová, 2007). Je známo, že u chlapců je celkový růst v pubertě rychlejší a výraznější než u dívek. Je však také možná zranitelnější působením vnějších vlivů. Například negativní vliv kouření na růst byl prokázán pouze u chlapců (Loughlin et al., 2008). V zahraniční literatuře se často uvádí, že působení environmentálních faktorů na lidský růst předpokládá vyšší přizpůsobivost délky dolních končetin oproti výšce vsedě. Lepší nutriční a zdravotní stav se tak údajně odráží i v sekulárním trendu zvyšování tělesné výšky prodlužováním délky dolních končetin (Živičnjak et al., 2003). Na základě porovnání průměrných hodnot tělesné výšky a výšky bodu iliospinale anterius naší referenční populace (Bláha et al., 2006) se souborem ČS. spartakiády 1985 (Bláha et al., 1986) je však nutno

konstatovat, že se na celkovém zvětšení výšky těla podílí horní i dolní segment téměř stejnou měrou.

## **11 Poruchy růstu**

Ke zpomalení růstu může docházet při chronické nemoci, endokrinopatii, genetickém syndromu či kostní dysplázii. Většina dětí s malým vzrůstem je však zdravých. Zpomalení růstu je u nich dáno nízkým dědičným růstovým potenciálem nebo je opoždění růstu způsobené intrauterinní růstovou retardací. Konstituční opoždění růstu a puberty je nejčastější příčinou opožděné puberty (Muntau, 2009).

### ***11.1 Diferenciální diagnóza malého vzrůstu***

#### **11.1.1 Fyziologické varianty růstu**

Mezi dětmi malého vzrůstu je nutno odlišit zdravé jedince s fyziologickými (normálními) variantami růstu (familiárně malý vzrůst a konstituční opoždění růstu a puberty). Jejich specifika jsou popsána v Kap. 9.2. Odlišení případné normální varianty růstu od suspektní růstové patologie není snadné. Pro stanovení růstové poruchy je totiž potřeba provést komplexní vyšetření dítěte. V rámci této studie byli chlapci posuzováni na základě shody v zařazení podle jejich výškového a vývojového trendu a jedinci, u kterých se tyto trendy výrazně rozcházely, byli pro podezření na suspektní poruchu růstu ze studie vyloučeni.

#### **11.1.2 Intrauterinní růstová retardace**

Jednou z příčin růstové retardace může být zpomalení nitroděložního vývoje. V České republice se v současné době rodí přibližně 5 % dětí s intrauterinní růstovou retardací, IUGR. Novorozenec s IUGR má porodní hmotnost a/nebo porodní délku nižší než  $-2$  SD (vztaženou k jeho gestačnímu věku). Příčinou této retardace mohou být faktory ze strany plodu (tzv. symetrický typ s proporčně sníženou hmotností, růstem tělesné délky i obvodu hlavy) či zevní faktory (tzv. asymetrický typ s nízkou hmotností a současně normální porodní délkou). U většiny těchto dětí dochází do dvou let věku k postnatální akceleraci růstu a vyrovnají tak svůj růstový deficit. U 10–15 % případů se však catch-up růst nedostaví a jsou indikovány k léčbě růstovým hormonem. Bez léčby by jejich tělesná výška po ukončení růstu nedosahovala 3. percentilu v růstovém grafu (Pomahačová, 2007).

#### **11.1.3 Idiopatický malý vzrůst**

Děti s idiopatickým malým vzrůstem (idiopathic short stature, ISS) představují až 80 % růstově retardovaných dětí (Magnová, 2008). Jejich tělesná výška je nižší než  $-2$  SD vzhledem k průměru pro daný věk, pohlaví a populaci a růstová rychlost je obvykle normální (Lebl,

2004). Většina těchto dětí nemá prokazatelnou poruchu tvorby GH a IGF-I, osifikační proces je normální. Indikace k léčbě českých dětí s ISS doposud chybí, i když pro určitou část dětí s těžkou růstovou retaradací by tato léčba mohla přinést zisk na finální tělesné výšce (Magnová, 2008). Mezi děti s ISS se řadí také jedinci s konstitučním opožděním růstu a puberty a s familiárně malým vzrůstem (Kap. 9.2) (Lebl, 2004).

Jednou z příčin ISS může být porucha homeoboxového genu SHOX (the short stature homeobox-containing gene on the X chromosome), lokalizovaného v pseudoautozomální oblasti 1 (PAR1) na distálním konci obou pohlavních chromozomů (Blum et al., 2007). Jedná se však jen o velmi malou část pacientů původně zařazených jako ISS, kteří mají mutaci SHOX genu a jejich fenotypové projevy jsou mírné (končetiny jsou zkrácené vůči trupu). Léčba růstovým hormonem zlepšuje významně prognózu lineárního růstu dětí s defektem SHOX genu (Blum et al., 2007).

#### **11.1.4 Dymorfické syndromy s růstovou retardací**

Deficit či porucha SHOX genu je příčinou dymorfických syndromů s malým vzrůstem. SHOX gen je důležitým mediátorem lineárního růstu, řídí vývoj skeletu, zejména středních a distálních úseků horních i dolních končetin (předloktí a bérců). Rozsah fenotypových projevů mutací a delecí SHOX genu je značně variabilní, od extrémního trpaslictví, mesomelií (disproporcionální zkrácení středních segmentů dlouhých kostí končetin) a končetinové deformity u Langerova syndromu, až k disproporcionálně krátké postavě a mesomelií u Léri-Weill syndromu a u Turnerova syndromu (Rappold et al., 2007).

Klasickým příznakem pacientů s deficitem SHOX genu je disproporcionální růstová porucha mezomelického typu (zkrácení středních segmentů dlouhých kostí) (Zapletalová, 2004). Nadprůměrné hodnoty BMI pro daný věk a pohlaví u SHOX-deficitních jedinců odráží disproporcionalitu tělesných segmentů a větší obvodové parametry končetin vzhledem k tělesné výšce mohou souviset se svalovou hypertrofií těchto dětí. Končetiny jsou zkrácené vzhledem k trupu (poměr rozpětí paží a délky předloktí je snížený vzhledem k tělesné výšce a dále bývá zvýšený poměr výšky vsedě vzhledem k tělesné výšce). Nejčastější kostní odchylkou je tzv. Madelungova deformita předloktí (zakřivení a zkrácení radia s dorzální subluxací hypoplastické distální části ulny, což vede ve vklínění a deformaci karpálních kůstek) (Zapletalová, 2004).

Vzhledem k tomu, že geny PAR1 oblasti pohlavních chromozomů nepodléhají X inaktivaci, jsou u zdravých jedinců přítomny aktivní obě kopie genu. U pacientek s **Turnerovým syndromem** (TS), dochází k haploinsuficienci SHOX genu (Blum et al., 2007), protože v karyotypu TS jeden X chromosom chybí (jedná se o úplnou nebo částečnou monosomii

chromosomu X). TS se vyskytuje jen u jedinců ženského fenotypu. Incidence se uvádí 2–5 : 10 000 živě narozených dětí (Mařík, 2001). Postava je disproporcionální, s krátkým dolním segmentem. Nápadnější je svalová hypertrofie, krátký krk s kožními řasami po stranách (pterygium colli), nízko nasedající ušní boltce a větší distenze prsních bradavek (Pomahačová, 2007). Vzhledem k tomu, že SHOX gen se exprimuje zejména v distálních částech dlouhých kostí a v některých kůstkách zápěstních, dochází u dívek s TS k valgóznímu postavení loktů (cubiti valgi), k lehkému zakřivení holenních kostí (genua vara) a metakarpální i metatarzální kůstky jsou zkrácené. U 8 % těchto pacientek se vyskytují Madelungovy deformity předloktí (Zapletalová, 2004). Více než 90 % pacientek má ovariální dysgenezi, s čímž souvisí nevývin sekundárních pohlavních znaků. Jen u přibližně 5 % případů se objeví spontánní menarché. Adekvátním vyšetřením odlišné kostní struktury u dívek s TS je periferní kvantitativní počítačová tomografie. Nedochází při ní totiž ke špatné interpretaci výsledků a k navození zbytečné léčby mylně diagnostikované osteoporózy. To se může stát při použití kostní denzitometrie, pokud se hodnoty kostní denzity porovnávají s věkově a ne výškově specifikovanou normou (Zapletalová, Lebl, 2004). Léčba u pacientek s tělesnou výškou pod 5. percentilem spočívá v aplikaci růstového hormonu, většinou do věku 15 let. Časná diagnóza umožňuje navození léčby růstovým hormonem již při prvních známkách růstového selhání mezi 3. až 6. rokem života a minimalizuje tak ztrátu na finální výšce (Magnová, 2008), která činí 130–145 cm (Mařík, 2001). Fenotypová odlišnost však nemusí být u všech pacientek plně vyjádřena, což komplikuje možnosti včasné diagnostiky TS a malý vzrůst je často prvním symptomem, který vede dítě k lékaři (Zimová, 2001).

### 11.1.5 Endokrinní poruchy a malý vzrůst

Endokrinopatie se vyskytují jen u malého počtu dětí s poruchou růstu (1–2 %) a obvykle se dají dobře léčit. Včasnou léčbou tak lze dosáhnout normální dospělé výšky postavy (Lebl, 2004). Mezi nejčastější endokrinní příčiny růstové retardace patří deficit růstového hormonu, hypotyreóza, nadbytek glukokortikoidů, předčasná puberta či kongenitální adrenální hyperplazie (Lebl, Krásničanová, 1996).

Při **Deficitu růstového hormonu** se kromě nízké růstové rychlosti (cca 3 cm za rok), která se začíná projevovat mezi 2. a 3. rokem života, u těchto pacientů rozvíjí obraz proporcionálního hypofyzárního malého vzrůstu se vzhledem panenky a malýma rukama a nohama (Muntau, 2009). Disproporcionálnost postavy se projevuje charakteristickou baculatostí, která je důsledkem výrazného opožďování růstu výškových parametrů ve srovnání s obvodovými (obvod hlavy) a tělesnou hmotností (Klíma et al., 2003). Vzhledem k absenci svalové tkáně děti s deficitem GH nemají nadváhu, i když vypadají obézní (Lebl, 2007b). Kostní zrání a vývoj dentice jsou

u těchto pacientů opožděné. Léčba spočívá v optimalizaci konečné výšky zmenšením růstového opoždění před začátkem pubertálního spurtu. Podává se bionsyntetický růstový hormon (Muntau, 2009).

Nejčastější vrozenou endokrinopatií je **kongenitální hypotyreóza**. Frekvence výskytu se udává 1 : 3 000 novorozenců (Muntau, 2009). Tento klinický syndrom vzniká při nedostatku hormonů štítné žlázy, kdy dochází k celkovému zpomalení metabolických procesů, orgánových funkcí, růstu a diferenciaci buněk (Límanová, Laňková, Zamrazil, 2008). Děti s KH mají při narození normální porodní hmotnost i délku, protože fetální somatický růst není na hladinách tyreoidálních hormonů (TH) přímo závislý. Tyto hormony však již v prenatální fázi vývoje významně ovlivňují růst centrálního nervového systému (Hníková, 2005). Důsledkem deficitu TH je pak kromě růstové retardace také postižení mentálního vývoje. Typická je facies hypothyreotica s přihloupilým výrazem, bohatou kšticí a makroglosií (Klíma et al., 2003).

U novorozenců jsou však příznakem pouze prolongovaná novorozenecká žloutenka a přítomnost ještě neuzavřené zadní fontanely vlivem opožděné kostní maturace. Před zahájením plošného laboratorního skríniku v roce 1985 nebylo stanovení diagnózy v 97 % případů provedeno včas (tedy v novorozeneckém a časném kojeneckém období) a diagnóza pak byla obvykle stanovena od 3 měsíců věku dále na základě opožděného vývoje osifikace kyčelních kloubů, menších růstových přírůstků vzhledem k referenčním hodnotám zdravých dětí a kvůli opožděnému psychomotorickému vývoji (Hníková, 2005). Typická je u těchto postižených jedinců krátká postava a vyšší poměr horního a dolního segmentu těla vzhledem k chronologickému věku, kvůli nedostatečnému růstu končetin (Greenspan, Baxter, 2003). Při včasné léčbě kompenzací tyreoidálních hormonů probíhají růst, kostní zrání a psychomotorický vývoj těchto dětí normálně (Muntau, 2009).

### 11.1.6 Sekundární malý vzrůst

Mnoho chronických chorob vyvolá růstovou poruchu dítěte. Příčinou může být narušení osy GH–IGF-I, podvýživa, chronický zánět či dlouhodobá kortikosteroidní léčba. Glukokortikoidy (GK) působí protizánětlivě, protialergicky a imunosupresivně a aplikují se proto v léčbě řady onemocnění, především pak v onkologické léčbě, či k léčbě astmatu (Novák, 2007). Mají však mnoho nežádoucích účinků, mezi které patří glukokortikoidy indukovaná osteoporóza, GIOP. GIOP je nejčastější formou sekundární osteoporózy (Scheinost et al., 2006).

Glukokortikoidy snižují syntézu důležitých proteinů pro tvorbu kostní a chrupavčité matrix (kolagen typu I a II) a zároveň zvyšují expresi kolagenázy III, proteinázy zodpovědné za jejich degradaci. To může vést k redukci matrix, se závažným dopadem na longitudinální růst

a mineralizaci skeletu (Canalis, 1998). Stanovení bezpečných dávek je kvůli různé interindividuální citlivosti ke GK obtížné, u chronicky nemocných dětí se proto doporučuje předepisovat je v co nejmenším efektivním množství (Munns, Cowell, 2005).

Zbrzdění tělesného růstu při glukokortikoidní léčbě ještě nevypovídá o finální tělesné výšce dosažené v dospělosti. U prepubertálních či pubertálních pacientů s malou postavou je však takové zpomalení růstu nebezpečné, protože tyto děti již nebudou mít moc času na vyrovnání růstového deficitu (Novák, 2007). V rámci plánování glukokortikoidní léčby a v prevenci GIOP je vhodné u pacientů monitorovat stav kostního metabolismu a zhodnotit riziko zlomeniny. Standardním postupem je kostní densitometrie (DXA), která hodnotí densitu kostního minerálu. Při léčbě GK však dochází ke změnám kvality kosti, které DXA nemůže rozpoznat (Zikán, 2007). Nejadekvátnější metodou volby pro posuzování stavu kostní tkáně je periferní kvantitativní počítačová tomografie (pQCT). Pomocí pQCT lze hodnotit jak množství, tak i architekturu kostní tkáně, při DXA se posuzuje pouze densita kostní hmoty (Frost, Schönau 2000). Navíc umožňuje pQCT detekovat densitu kostního minerálu nezávisle na tělesné výšce (Fujita, 2002) a je pro ni charakteristická malá dávka ozáření na periferii skeletu (na předloktí či tibii). Jedná se tedy o vhodnou metodu k měření objemové kostní denzity nejen u dospělých, ale i u dětských pacientů.

**Cystická fibróza (CF)** je autozomálně recesivní onemocnění s mutací v genu pro chloridový kanál CFTR, který se nachází v epiteliální tkáni plic, pankreatu, gastrointestinálního traktu a kůže. Malnutrice při pankreatické insuficienci, dlouhodobý zánět či zhoršené jaterní funkce způsobují zpomalení růstu a opoždění puberty. Patrné jsou u těchto pacientů změny tvaru hrudníku (vyklenování do soudkovitého tvaru zvětšením předozadního průměru hrudníku v důsledku plicního onemocnění) a nemoc často komplikuje skolióza (Muntau, 2009). Diagnostickým markerem chronického respiračního onemocnění, ale i kardiovaskulární choroby, mohou být paličkovité prsty, u kterých dochází k rozšíření proximálních článků prstů ve všech směrech (Votava, 2007), s nehty tvaru hodinového sklíčka (Muntau, 2009). Nemocní s CF mají zvýšené riziko osteopatie a původ kostní nemoci je u nich multifaktoriální. Prevence osteoporózy u dětí s CF by měla být zaměřena na zlepšení růstu a zesílení kostí. Toho lze dosáhnout zvýšením BMI (Bayer, Kutílek et al., 2002), především však soustavnou péčí o dobrý stav výživy těchto pacientů.

Porucha somatického vývoje (malý vzrůst, pubertas tarda) je i komplikací neléčené **celiakie**, jedné z nejčastějších chronických chorob v dětství a dospívání (Frühau, 2007). Prevalence celiakie je asi 1 : 100 a manifestuje se týdný až měsíce po zavedení obilovin do jídelníčku chronickými průjmy a neprospíváním (Muntau, 2009). Celkový habitus je typický nepoměrem



velkého vyklenutého břicha a slabých končetin. Postupnou dystrofizací postupně zcela vymizí podkožní tuk, a vedle poruchy růstu může v některých případech dojít i k jeho úplnému zástavení (Klíma et al., 2003). Při malabsorpci vitamínu D může nemoc komplikovat také rozvoj rachitidy. Léčba spočívá v celoživotním přísném dodržování bezlepkové diety (Muntau, 2009).

**Juvenilní idiopatická artritida (JIA)** je nejběžnější revmatologické onemocnění u dětí (Sochett, Mäkitie, 2005). Projevuje se chronickým zánětem kloubů a variabilitou v přítomnosti dalších komplikací. Zánětlivá aktivita zahrnuje nadprodukcí zánětlivých cytokinů (především IL-6), snižujících produkci IGF-1, což vede ke zvýšené osteoklastogenezi a k růstové retardaci, kterou dále ještě podpoří aplikace kortikosteroidů (Doležalová, 2005). Omezení hybnosti představuje významný faktor této choroby, jelikož bolestivý kloubní syndrom a svalové výpadky vedou k deficitu funkčních stimulů kostní formace (Havelka, Hoza et al., 2004). Zánět velkých kloubů (kolenní, hlezenní a loketní klouby) při časně dětské oligoartritidě, která je nejčastější formou JIA, způsobuje zvýšené prokrvení blízkých metafýz a rychlejší růst, jenž vede k prodloužení dolní končetiny (Muntau, 2009). Dochází tak k přerůstu dlouhých kostí do délky a při asymetrickém postižení je patrná diskrepance končetin. Přímou v postiženém kloubu dochází vlivem pokračujícího zánětu k lokálním růstovým změnám a k předčasnému uzavěru růstových šterbin a nedokončení růstu těchto struktur (mikromandibula, tlapkovitá ruce a nohy) (Doležalová, 2005). Terapie se soustřeďuje na zmírnění bolestivosti kloubů a potlačení zánětlivých procesů u těchto pacientů (Sochett, Mäkitie, 2005). V prevenci se uplatňuje suplementace kalcia a vitamínu D, kalcitonin a bisfosfonátová terapie. Naprosto nezbytná je nutnost pohybové rehabilitace (Havelka, Hoza et al., 2004).

## ***11.2 Diferenciální diagnóza nadměrného vzrůstu***

Nadměrný vzrůst může postihovat skelet i měkké tkáně, celé končetiny nebo části horních a častěji dolních končetin, které jsou disproporcionálně zvětšeny. Při celkovém zvětšení všech proporcí těla se jedná o gigantismus, většinou spojený s hyperplazií adenohypofýzy (Dungl et al., 2005). Pro objasnění příčin vysoké postavy je nutno stanovit rodinnou anamnézu s údaji o tělesné výšce příbuzných prvního stupně a o chorobách, které se v rodině vyskytují (např. výskyt kardiovaskulárních chorob může upozornit na Marfanův syndrom) (Smith, Wordsworth, 2005). Dále se k úspěšnému stanovení diagnózy nadměrného vzrůstu indikuje genetické vyšetření.

Při diferenciální diagnostice nadměrného vzrůstu se zohledňuje přítomnost či absence dysmorfických znaků. Pokud jsou dysmorfické znaky přítomny, rozlišuje se dále, zda jsou

spojeny s disproportionálností tělesných segmentů, nebo je proporcionalita těla zachována. V případě nadměrného vzrůstu bez dysmorfických znaků se sleduje, zda je růstová rychlost normální a jedná se o fyziologickou variantu růstu, či je růstová rychlost zvýšená v důsledku hormonální poruchy (Ambler, 2002). Medikamentózní léčba se u nadměrného růstu zvažuje, pokud předpokládaná výška v dospělosti přesáhne 185 cm u dívek a 205 cm u chlapců. Princip léčby spočívá v urychlení kostního zrání aplikací pohlavních hormonů (Muntau, 2009).

### **11.2.1 Nadměrný vzrůst s normální růstovou rychlostí**

Familiární nadměrný vzrůst a konstituční urychlení růstu a puberty jsou fyziologickými variantami nadměrného vzrůstu bez dysmorfických znaků. Jejich specifika jsou popsána v Kap. 9.2.

### **11.2.2 Nadměrný vzrůst se zvýšenou růstovou rychlostí**

Nadměrný vzrůst se zvýšenou růstovou rychlostí mohou vyvolat endokrinopatie, například při předčasné pubertě, nadprodukcí růstového hormonu či hormonů štítné žlázy. Růstové urychlení bez předčasného dospívání se vyskytuje vzácně. Může se jednat o gigantismus (či akromegalogigantismus), vyvolaný nadprodukcí růstového hormonu adenomem hypofýzy (Lebl, 2007b). Deficit estrogenů nebo rezistence k nim způsobí neuzávěr růstových zón dlouhých kostí a ty následně rostou nejméně do třetí dekády života (Lebl, 2004).

Při předčasném nástupu puberty (**pubertas praecox**) dochází k urychlení skeletální maturace spolu s předčasným uzávěrem růstových štěrbin. Výsledkem je dosažení menší tělesné výšky v dospělosti. U dívek se projeví rozvojem známek dospívání před 8. rokem (nebo menarché před 9. rokem) (Klíma et al., 2003), u chlapců se jedná o zvětšení varlat na 4 ml před 9. rokem. Příčinou může být onemocnění CNS (hypotalamu nebo hypofýzy), v některých případech se příčinu předčasného nástupu puberty nepodaří zjistit (Vokurka, Hugo, 2008). Včasná hormonální léčba může zamezit osifikaci růstových plotének a optimalizovat finální výšku jedince.

### **11.2.3 Dysmorfické syndromy bez poruchy lineární proporcionality**

#### **11.2.3.1 Cerebrální gigantismus**

Cerebrální gigantismus (Sotosův syndrom) je neurologické onemocnění s celkově urychleným růstem a náznaky akromegalie (velké ruce, nohy) již v 1. roce života (Muntau, 2009). Tento syndrom vyvolávají mutace v NSD1 genu, lokalizovaném na 5. chromozomu. Příznaky onemocnění se vyskytují u více než 90 % postižených. Typická je makrocefalie, patrná již při narození a postižení mají dlouhý, úzký obličej s klenutým čelem. Porodní délka je vyšší než +2

SD oproti referenční populaci, ale porodní hmotnost obvykle není proporcionálně zvýšená. Novorozenci jsou tedy dlouzí a hubení. Tělesná výška a obvod hlavy dosahují hodnot vyšších než +2 SD vzhledem k referenční populaci, dosažená výška v dospělosti však není významně nadprůměrná. Kostní věk je urychlený u asi 75 % postižených dětí (Tatton-Brown, Rahman, 2007). Lineární proporcionalita u tohoto syndromu je neporušená. Poměr horního a dolního segmentu těla je ve srovnání s referenčními hodnotami snížený, zatímco rozpětí paží nabývá větších hodnot než u zdravých dětí stejného věku (Agwu et al., 1999).

## **11.2.4 Dymorfické syndromy s disproportionální lineárních parametrů**

### **11.2.4.1 Klinefelterův syndrom**

Aneuploidie pohlavních chromosomů mohou být příčinou Klinefelterova syndromu, přičemž existuje několik variant karyotypů. Klasickou formu tvoří aneuploidie 47, XXY, každý další nadbytečný chromozom X způsobuje výraznější prohloubení dymorfických znaků, zhoršení pohlavního vývoje a snížení intelektu. Incidence se odhaduje 1 : 1 000 živě narozených chlapců (Nussbaum, McInnes, Willard, 2004).

Pacienti s Klinefelterovým syndromem jsou vysocí, hubení, s poměrně dlouhými dolními končetinami. Důvodem je pozdní uzávěr růstových zón jejich kostí a vzniká tzv. eunuchoidismus (Klíma et al., 2003). Nemocní trpí poruchami učení a u některých jedinců se vyvíjí gynekomastie. Fenotypově se tento syndrom obvykle projeví až při nástupu puberty, kdy se začínají objevovat náznaky hypogonadismu (Nussbaum, McInnes, Willard, 2004). Puberta začíná v normálním věku, ale vzhledem k opožděnému vývoji může růst trvat mnoho let s výsledným nadměrným vzrůstem a disproportionálně dlouhým dolním segmentem těla oproti referenční populaci (Smith, Wordsworth, 2005).

### **11.2.4.2 Marfanův syndrom**

Marfanův syndrom je autozomálně dominantně dědičné onemocnění pojivového vaziva. Mutace se nachází v genu pro fibrilin 1 (FBN1), umístěného na 15. chromosomu. Incidence Marfanova syndromu se uvádí 1 : 10 000 až 1 : 20 000 (Nussbaum, McInnes, Willard, 2004). Pohybový aparát se pro diagnostiku Marfanova syndromu posuzuje podle hlavních a vedlejších kritérií. Postava postižených je disproportionálně vysoká, což odpovídá snížené relaci horního a dolního segmentu těla (posuzované podle výšky bodu symphysion) a hodnota tohoto poměru je u pacientů s Marfanovým syndromem nižší než 0,85. Poměr rozpětí paží a výšky postavy je větší než 1,05 (u proporcionální postavy je hodnota tohoto poměru menší než 1,05). Postižen bývá hrudník (pectus carinatum či pectus excavatum vyžadující chirurgický zákrok), páteř (skolióza) a může také docházet k charakteristickým změnám v postavení zápěstí a palce.

Z dalších příznaků tohoto syndromu se může vyskytnout protruze acetabula či omezená extenze v loketním kloubu. Vedlejší příznaky zahrnují mírný pectus excavatum, arachnodaktylii (dlouhé, tenké prsty), hypermobilitu kloubů a dlouhý a úzký obličej s prominujícím nosem a vysoké, klenuté patro s nahuštěnými zuby (Özkan, Ceviz, Büyükcavci, 1999). Deformity hrudníku a skolióza se zhoršují s růstem kostí. Kromě skeletu je postižen také kardiovaskulární systém, objevují se poruchy kožní, pulmonální a abnormality očí. Obvyklou příčinou předčasného úmrtí pacientů s Marfanovým syndromem je srdeční selhání (Nussbaum, McInnes, Willard, 2004).

#### **11.2.4.3 Homocystinurie**

Homocystinurie je autozomálně recesivní onemocnění metabolismu metioninu. Četnost se celosvětově udává 1 : 335 000, v některých oblastech je však vyšší (např. v Irsku je 1 : 65 000). Skeletální abnormality jsou velmi podobné Marfanovu syndromu. Růst je disproporcionální, končetiny postižených jsou dlouhé a tenké, rozpětí paží přesahuje výšku postavy a poměr výšky trupu a délky dolních končetin je snížený. Život pacientů dále komplikuje skolióza, generalizovaná osteoporóza, arachnodaktylie a rozšíření epifýz dlouhých kostí, hlavně kolem kolenního kloubu (Dungl et al., 2005). Charakteristické jsou také oční symptomy, postižení cév a tromboembolické komplikace (Muntau, 2009). IQ postižených dosahuje hodnoty 50 a s věkem se může zhoršovat. V adolescenci se může tato choroba projevit jako schizofrenie a hrozí i rozvoj epilepsie (Dungl et al., 2005).

### **11.3 Kostní dysplázie**

Kostní dysplázie (KD) jsou rozsáhlou skupinou onemocnění s poruchou lineárního růstu i tělesné proporcionality. Postava postižených jedinců je disproporcionální, s narušeným držení těla (v důsledku hyperkyfózy, hyperlordózy, kyfoskoliózy, lordoskoliózy) a dlouhé kosti končetin jsou deformované. Abnormality se vyskytují také ve tvaru lebky, hrudníku, pánve a obratlů. Postižení se odvíjí od lokalizace dysplastických změn na skeletu (epifýzy, metafýzy, obratle) a od změněné struktury kostní tkáně (sekundární osteopenie, osteoporóza, osteoskleróza) (Mařík, 2001). Klasifikace KD zahrnuje rodiny chorob podle základního defektu, který vznikl mutacemi ve stejném genu. Současnou nosologii (The Nosology Group of the International Skeletal Dysplasia Society, 2006) tvoří 37 skupin celkem 372 chorob, rozdělených podle molekulárních, biochemických a radiografických kritérií.

I přes značnou variabilitu příznaků lze kombinací klinického a RTG obrazu u asi poloviny nosologických jednotek KD stanovit v růstovém období genetickou diagnózu. Pro další postup léčby je důležité v kombinaci s RTG stanovením provést také antropometrické zhodnocení

proporcionalitu k naplňování optimální léčby. Průběžně se hodnotí růstová rychlost a provádí se predikce tělesné výšky v dospělosti. K predikci růstu se využívají růstové křivky specifické pro danou KD, běžné predikční metody je možno použít jen u těch částí skeletu, které se výrazně neliší od normy. Stanovení růstové diagnózy má nesporný význam v diferenciální diagnostice různých typů KD (Zemková, Mařík, 1998). Léčba je symptomatická a komplexní (medikamentózní, operativní a ortopedicko-protetické léčení) a velmi důležitá je informovanost a spolupráce rodiny (Mařík, 2001). Výskyt více kostních dysplázií u jednoho pacienta není běžným jevem. Kombinace Osteogenesis Imperfecta (OI) se Spondylokokostální dysplázií (SCD) byla poprvé popsána u českého třináctiletého chlapce. Tento chlapec měl disproporčně zkrácený horní segment, rizomelicky zkrácené končetiny, brachycefalii a dysmorfický obličej. Tělesná výška pacienta nedosahovala 3. percentilu a zjištěná tělesná hmotnost přesahovala 97. percentil referenční populace, tedy hranici pro začínající obezitu (Maříková, Mařík, Kozłowski, 2004).

Osteochondrodysplázie (OCHD) se dělí do tří hlavních kategorií (Dunl et al., 2005):

- defekty růstu dlouhých kostí a/nebo páteře
- poruchy vývoje chrupavky a vazivových komponent skeletu
- změny hustoty kortikálních diafyzárních částí a/nebo modelace metafýz

### **11.3.1 Defekty růstu dlouhých kostí a/nebo páteře**

**Achondroplázie** (ACH) je typickou kostní dysplázií s metafyzárním postižením dlouhých kostí a významným zkratem končetin (Mařík, 2001). Disproporcionalita tělesné stavby pacientů s ACH je patrná již při narození. Postižení mají disproporcionálně dlouhý a úzký hrudník, rizomelicky zkrácené končetiny (humery a femury), široké a krátké (trojzubcovité) prsty a rozšířenou hlavu. Porodní délka je na dolní hranici donošenosti. Růstová retardace se progresivně zvyrazňuje v době růstu, především v pubertě, kdy u zdravých dětí probíhá růstový spurt a u dětí s achondroplázií činí růstový přírůstek přibližně jen 4 cm za rok (Zemková, Mařík, 1998).

Četnost ACH se udává 1,3 : 100 000 až 1,5 : 10 000 živě narozených dětí. Dědičnost je autozomálně dominantní, ale 90 % nemocných se rodí v nepostižených rodinách vlivem genové mutace. Jako rizikový faktor achondroplázie je uváděn vyšší věk rodičů, především otce staršího 35 let (Nussbaum, McInnes, Willard, 2004), kdy je pravděpodobnost vzniku čerstvé mutace u některé z gamet větší (Orioli, Castilla, Barbosa-Neto 1986). Mutace se nachází v genu pro FGFR3 na 4. chromozomu (Mařík, 2001). Za normálních okolností FGFR3 váže růstový faktor fibroblastů (FGF) a reguluje lineární růst chondrocytů růstové ploténky (Nussbaum,

McInnes, Willard, 2004). Porucha proliferace buněk epifyzární ploténky však vede k omezení enchondrálního růstu ve většině částí těla a nejvíce postižené jsou proximální části končetin, kde jsou růstové ploténky za normálního stavu nejvíce aktivní. Vzdrost dosažený v dospělosti se udává v rozmezí 106–142 cm, průměrně 123 cm u žen a 130 cm u mužů (Zemková, Mařík, 1998). Terapie spočívá v chirurgickém prodlužování končetin (Nussbaum, McInnes, Willard, 2004). Odpověď na léčbu růstovým hormonem je u těchto pacientů sporná a provádí se pouze experimentálně. U pacientů postižených achondroplázií a dalšími kostními dyspláziemi s disproporčním vzrůstem je důležitá sociální adaptace, v ČR existuje Společnost lidí malého vzrůstu – Paleček.

Mutace v FGFR3 genu jsou příčinou i dalších KD s disproporcionální krátkou postavou. Vyskytují se např. u **hypochondroplázie** (Mařík, 2001). U této mírnější formy achondroplazie může být snížení vzrůstu dáno lehkou disproporcionalitou i výrazným zkratem proximálních či středních segmentů končetin. Prolongací končetin lze u těchto pacientů dosáhnout výšky běžné populace (Dungl et al., 2005), jedná se však o velmi invazivní metodu. Naproti tomu terapie růstovým hormonem dává různé výsledky. V některých případech vyvolá růstový hormon proporcionálně vyšší vzrůst, jindy je vzrůst zvýšený disproporcionálně a u některých pacientů léčba růstovým hormonem nevyvolá žádnou odpověď (Mullis et al., 1991).

U **pseudoachondroplázie** (PSACH) je proporcionalita těla postižených jedinců podobná achondroplázii. Prevalence PSACH činí 6 : 1 000 000 (Mařík, 2001). Typickými znaky jsou krátké končetiny a relativně dlouhý trup, změny na páteři, kolébavá chůze a kloubní hypermobilita. Dosažená výška v dospělosti je v rozmezí 82–130 cm. Obličej a tvar lebky jsou u těchto pacientů oproti ACH normální a první klinické projevy se diagnostikují až ve dvou letech. Během dalšího vývoje je dítě výrazně menšího vzrůstu (jeho tělesná výška se nachází pod 3. percentilem vzhledem k věku), horní i dolní segment těla je zkrácený a s dalším vývojem se výrazněji zkracuje dolní segment. Dolní končetiny jsou zkrácené disproporcionálně. Epifyzy kostí jsou malé, nejvíce postižené jsou na hlavících humeru a femuru. Správná diagnóza PSACH je důležitá pro monitoraci dalšího průběhu onemocnění a pro včasnou aplikaci ortopedického léčení kloubních deformit (Tandon et al., 2008).

Mezi KD s dominantním postižením epifýz se řadí **mnohočetná epifyzární dysplázie** (MED). Postava pacienta s MED je disproporcionálně zkrácená jen mírně a délka trupu je normální (Dungl et al., 2005). MED se projevuje již v předškolním věku přechodnými bolestmi kyčelních kloubů a kulháním (v některých případech délka dolních končetin není stejná). Kolébavá chůze je důsledkem insuficience gluteálních svalů a atypického postavení velkých trochanterů, protože hlavice stehenních kostí jsou u těchto pacientů anatomicky pozměněné. U všech typů MED je

kostní věk opožděný. Mírná forma často uniká diagnóze a diagnostikuje se až v dospělosti při předčasně vznikající koxartróze (Mařík, Zeman, Kuklík, 1984).

**Spondyloepifyzární dysplázie (SED)** je KD s dominantním postižením páteře a disproportionálně zkráceným trupem (Dungl et al., 2005). Při porovnání s PSACH jsou epifyzy těchto pacientů podobně postižené, nicméně postižení páteře je u SED výraznější, se zřetelnou kyfioskoliózou (Tandon et al., 2008). Toto onemocnění je velmi vzácné, s prevalencí 1–2 : 1 000 000 (Dungl et al., 2005).

### **11.3.2 Poruchy vývoje chrupavky a vazivových komponent skeletu**

**Neurofibromatóza typ I (morbus von Recklinghausen)** je jedním z nejčastěji se vyskytujících autozomálně dominantních onemocnění, s incidencí 1 : 2 500–3 000 (Milani, Cortinovis, 2000). Mutace v genu NF-1 se nachází na dlouhém raménku 17. chromozomu (Nussbaum, McInnes, Willard, 2004). Příznaky onemocnění (café-au-lait, benigní neurofibromy či Lischovy noduly) se vyvíjejí až v průběhu dětství, v dospělosti je penetrance 100 %. Proporcionalita tělesné stavby těchto pacientů je normální (Lebl, 2004), může se však vyskytnout nadměrný růst kostí a měkkých tkání a to parciální (makrodaktylie), nebo je postižena celá končetina. Tyto změny lze vysvětlit lokálním působením neurofibromů na periferní nervový systém, který dominantně ovlivňuje rostoucí skelet (Mařík, 2001). Mezi další projevy této choroby patří deformity páteře a vrozená dysplázie tibie (Dungl et al., 2005). Snížení svalové síly, která je významným prediktorem vývoje kostní tkáně, může být u pacientů s NF-1 důvodem poruch neuromotorické koordinace. Větší redukce svalové síly byla zjištěna u pacientů mužského pohlaví (Souza et al., 2009).

### **11.3.3 Změny hustoty kortikálních diafyzárních částí a/nebo modelace metafýz**

**Osteogenesis imperfecta (OI)** je vrozená choroba pojivové tkáně, s lomivostí kostí i při malém úrazu a s náchylností k deformitám skeletu. Incidence OI tarda (typ I, III a IV podle Sillence) se uvádí 1 : 25 000 až 1 : 40 000 živě narozených, OI congenita (typ II podle Sillence) 1 : 60 000 živě narozených dětí (Mařík, 2001). Toto onemocnění kostní formace má široké spektrum klinické a genetické diverzity a mutace se převážně nacházejí v COL1A1 nebo v COL1A2 genu, lokalizovaných na chromozomech 7q a 17q (Roughley, Rauch, Glorieux, 2003). Patologické změny jsou patrné ve všech tkáních obsahujících kolagen typu I, který je základním proteinem kosti a pojivové tkáně ligament a šlach (Dungl et al., 2005).

Parametry pro rozdělení do celkem 7 typů OI jsou tělesná výška, délka dolních končetin a celková proporcionalita postavy (Hudáková et al., 2007). Tělesná stavba postižených je podle

stupně postižení různě disproporcionální, s relativně kratšími končetinami a menší tělesnou výškou vzhledem k referenční populaci. Epifýzy kostí jsou disproporcionálně rozšířené, časté zlomeniny způsobují zkrácení a deformace končetin a páteře (Dunl et al., 2005). Výška dospělých kolísá od 90 cm do 170 cm podle typu OI (Mařík, 2001). Léčba je komplexní, zahrnuje fyzioterapii, prevenci úrazů a biochemicky monitorované léčení kalciotropními léky (Mařík, 2001). Bisfosfonáty podporují zesílení kortikální kosti, nárůst počtu trabekul a zvyšují denzitu kostního minerálu. Významné snížení počtu fraktur zlepšuje kvalitu života těchto pacientů (Roughley, Rauch, Glorieux, 2003). Cílem léčby je dosáhnout či alespoň se přiblížit optimálnímu vrcholu kostní hmoty (Mařík, 2001).



## 12 Materiál a metodika

### 12.1 *Materiál a metodika sběru dat*

Sběr dat v rámci výzkumu lineární tělesné proporcionality dítěte byl realizován na základních školách převážně v Moravskoslezském (Frýdek-Místek, Hodslavice, Starý Jičín, Janovice), dále ve Středočeském (Čelákovice, Český Brod, Dolní Břežany), Královéhradeckém kraji (Náchod) a v kraji Praha. Měření se týkalo žáků 6. až 9. tříd, ve věku 11–14 let a provádělo se na vybraných školách po písemném souhlasu rodičů k zařazení dítěte do studie.

U každého dítěte bylo změřeno celkem 23 somatometrických charakteristik. Kromě tělesné výšky a hmotnosti se jednalo o výškové (8), šířkové (5) a obvodové rozměry (8). Končetinové rozměry byly měřeny unilaterálně na pravé straně těla. K měření tělesné hmotnosti byla použita vždy stejná digitální váha s přesností na 100 g. Podmínkou měření byla dobře osvětlená, samostatná místnost s rovnou podlahou, přístupnou stěnou a lavicí pro zapisování a měření parametru výška vsedě. Děti byly měřeny po dvou (chlapci a dívky odděleně). Měřidla k provádění studii poskytlo vedení katedry Antropologie a genetiky člověka v Praze, Univerzita Karlova. Výzkum byl prováděn ve dvojici s Vendulou Frintovou, která následně zpracovala soubor dívek (Frintová, 2008). Současně Kateřina Kočová a Lenka Dvořáková provedly a zpracovaly studii prepubertálních dětí, ve věku 6–10 let (Dvořáková, 2008; Kočová, 2008).

Vzhledem k tomu, že v šestých třídách bylo změřeno 30 chlapců ve věku 10 let, byli tito ve studii ponecháni, protože se již jedná o dostatečnou četnost probandů ke statistickému zpracování. V devátých třídách bylo změřeno několik chlapců ve věku patnácti let, tito však byli ze statistického zpracování vyřazeni (vzhledem k nízké četnosti probandů v této věkové kategorii). Soubor naměřených dat byl následně rozdělen do 5 věkových kategorií stanovených v ročních intervalech dle doporučení Světové zdravotnické organizace, WHO (tzv. desetinné třídění). Věk dítěte v desetinách roku byl vypočten v programu Microsoft Excel 2007 na základě aktuálního data měření a data narození probanda. Pro porovnání získaných hodnot se Semilongitudinální studií (Bláha et al., 2006), která byla využita jako zdroj normativních dat českých dětí pro tělesné parametry a indexy, které nejsou součástí CAV 2001 (Vignerová et al., 2006), byly děti rozděleny také do půlročních věkových kategorií.

**Tab. 12.1 – Četnost a průměrný věk chlapců dle destinného třídění**

Věkové kategorie	N	Průměrný věk
10,00–10,99	30	10,53
11,00–11,99	79	11,49
12,00–12,99	73	12,48
13,00–13,99	87	13,53
14,00–14,99	83	14,55
	352	

**Tab. 12.2 – Četnost a průměrný věk chlapců v půlročních věkových kategoriích chlapců**

Věkové kategorie	N	Průměrný věk
10,00–10,49	14	10,32
10,50–10,99	16	10,71
11,00–11,49	42	11,27
11,50–11,99	37	11,75
12,00–12,49	37	12,22
12,50–12,99	36	12,75
13,00–13,49	40	13,27
13,50–13,99	47	13,74
14,00–14,49	36	14,24
14,50–14,99	47	14,79
	352	

## 12.2 Metodika měření

K metodice měření byl použit systém standardizovaných technik antropometrie s přesně definovanými antropometrickými body. Všechny děti byly měřeny stejnou sadou měřidel (antropometr, pelvimetr, pásová míra, digitální váha, samonavíjecí pásová textilní míra). Výsledky měření byly zapisovány do záznamového listu, totožného pro všechny děti.

### 12.2.1 Definice vybraných rozměrů a projektivních měř

Vlastnímu měření předcházela výběr antropometrických parametrů, projektivních měř a indexů. Somatometrické parametry byly měřeny standardní antropometrickou technikou (Bláha et al., 2006; Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

#### Tělesná hmotnost (TH)

- Dítě stojí na váze rovnoměrně na obou nohách a hledí přímo před sebe, paže spuštěny volně podél těla. Tělesná hmotnost byla měřena na vždy stejné nášlapné digitální váze s přesností na 0,1 kg.

***Lineární parametry (měřeno antropometrem s přesností na 0,1cm)***

**Tělesná výška (TV)**

- Jedná se o vertikální vzdálenost bodu vertex (bod na temeni lebky při poloze hlavy ve frankfurtské horizontále nejvíce nahoře) od podložky, na které proband vzpřímeně stojí. Hlava je orientována ve frankfurtské horizontále (orientační rovina určená horními okraji obou zvukovodů a dolním okrajem očníce). Paty a špičky nohou jsou u sebe, paže volně podél těla. Zada, hýždě a paty se dotýkají svislé stěny.

**Výška vsedě (Vvsedě)**

- Jedná se o vertikální vzdálenost vertexu od plochy, na které proband sedí. Hlava je orientována ve frankfurtské horizontále, ruce spočívají v klíně či na kolenou, nohy jsou volně spuštěné.

**Výška bodu akromiale (A-Z)**

- Měří se jako vertikální vzdálenost bodu akromiale (bod ležící nejvíce laterálně na akromiálním výběžku lopaty) od podložky, na které proband stojí. Ramena jsou uvolněná, paže spuštěny volně podél těla.

**Výška bodu suprasternale (Sst-Z)**

- Jedná se o vertikální vzdálenost bodu suprasternale (bod ležící na horním okraji prsní kosti v mediánní rovině) od podložky, na které proband stojí.

**Výška bodu iliocristale (Ic-Z)**

- Jedná se o vertikální vzdálenost bodu iliocristale (bod ležící na crista iliaca nejvíce nahoře a nejvíce laterálně) od podložky, na které proband vzpřímeně stojí.

**Výška bodu iliospinale anterius (Is-Z)**

- Jedná se o vertikální vzdálenost bodu iliospinale anterius (bod ležící na spina iliaca anterior superior nejvíce vpředu) od podložky, na které proband vzpřímeně stojí.

**Výška bodu symphysis (Sy-Z)**

- Jedná se o vertikální vzdálenost bodu symphysis (bod ležící na horním okraji stydké spony ve střední čáře) od podložky, na které proband vzpřímeně stojí.

### **Výška bodu daktylion (Da-Z)**

- Jedná se o vertikální vzdálenost bodu daktylion (bod ležící na konci prstu na připažené končetině nejnižší) od podložky, na které proband vzpřímeně stojí. Nejčastěji se používá daktylion 3. prstu.

### **Rozpětí paží (Da-Da)**

- Jedná se o přímou vzdálenost daktylionů třetích prstů při maximálním aktivním upažení, zády ke stěně (měřeno pásovou mírou). Měřeno pásovou mírou s přesností na 0,1cm.

### **Šířkové parametry (měřeno pelvimetrem s přesností na 0,1 cm)**

#### **Biakromiální šířka**

- Jedná se o přímou vzdálenost mezi body akromiale.

#### **Transverzální průměr hrudníku**

- Měří se v úrovni mesosternale, ve výši středu sternu. Ramena měřidla lehce tlačí na žebra. Hrudník je v normální poloze (nikoliv při výdechu či nádechu).

#### **Sagitální průměr hrudníku**

- Jedná se o přímou vzdálenost bodu mesosternale od trnového výběžku obratle ležícího ve stejné vodorovné poloze. Hrudník je v normální poloze.

#### **Bikristální šířka**

- Jedná se o přímou vzdálenost mezi pravým a levým bodem iliocristale.

#### **Bispinální šířka**

- Jedná se o přímou vzdálenost mezi pravým a levým bodem iliospinale.

### **Obvodové parametry (měřeno textilní pásovou mírou s přesností na 0,1cm)**

#### **Obvod hrudníku přes thelion/mesosternale**

- Obvod měřený těsně nad prsními bradavkami. U dospívajících dívek ve výši bodu mesosternale (bod ve střední čáře na přední straně hrudníku, v místě úponu 4. žebra, uprostřed prsní kosti). Hrudník je v normální poloze. Pásová míra je v oblasti zad vedena pod dolním úhlem lopatek, k hrudníku lehce přitlačena.

**Obvod pasu**

- Obvod břicha měřený v horizontální rovině, v nejužším místě trupu.

**Obvod břicha**

- Obvod měřený v úrovni pupku (omphalion) v horizontální rovině, svaly břicha jsou uvolněné.

**Obvod gluteální**

- Obvod měřený horizontálně v úrovni největšího vyklenutí hýždí, stoj spojný.

**Obvod stehna střední**

- Obvod měřený v poloviční vzdálenosti bodů trochanterion a laterálního epikondylu femuru kolmo na podélnou osu dolní končetiny. Váha těla je rovnoměrně rozložena na obou nohách.

**Obvod lýtky maximální**

- Obvod měřený v místě největšího rozvoje m.gastrocnemius při váze těla rovnoměrně rozložené na obou končetinách.

**Obvod paže relaxované**

- Obvod měřený v poloviční vzdálenosti bodů akromiale a olecranon ulnae na paži volně visící podél těla.

**Obvod předloktí maximální**

- Obvod měřený v nejširším místě předloktí (v místě největšího rozvoje m.brachioradialis).

***Projektivní míry*****Délka horní končetiny**

- Jedná se o projektivní míru danou rozdílem přímé vzdálenosti bodů akromiale a daktylion od podložky, na které proband vzpřímeně stojí.

**Subischialní délka dolních končetin**

- Projektivní míra daná rozdílem mezi tělesnou výškou a výškou vsedě.

### **Proporcionalita rozpětí paží a tělesné výšky**

- Rozdíl tělesné výšky a rozpětí paží.

### **12.2.2 Definice indexů**

Indexy se užívají k rychlému hodnocení proporcionality či míry disproportionality segmentů těla. Vypočítávají se na základě změřených absolutních rozměrů podle vzorce  $a/b \cdot 100$ , kde „a“ značí první rozměr dle definice a „b“ druhý rozměr dle definice (Bláha et al., 2006). Indexy tedy vyjadřují vzájemný poměr dvou rozměrů, zpravidla udaný v procentech (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).

#### ***Indexy tělesné hmotnosti***

- Body mass index (*BMI*) je udáván jako podíl tělesné hmotnosti (*TH*) v kilogramech a tělesné výšky (*TV*) v metrech, umocněné na druhou

$$BMI = \frac{TH[kg]}{(TV[m])^2}.$$

- Rohrerův index (*RI*) je definován jako podíl tělesné hmotnosti (*TH*) v kg a tělesné výšky (*TV*) v centimetrech, umocněný na třetí

$$RI = \frac{TH[kg] \cdot 10^5}{(TV[cm])^3}.$$

#### ***Vybrané indexy lineární tělesné proporcionality***

- Index délky horní končetiny a tělesné výšky.
- Index délky horní končetiny a subischiální délky.
- Index délky horní končetiny a výšky vsedě.
- Intermembrální index (index délky horní končetiny a výšky bodu iliospinale).
- Index rozpětí paží a tělesné výšky.
- Index subischiální délky a tělesné výšky.
- Index výšky bodu iliospinale a tělesné výšky.
- Index výšky bodu iliospinale a výšky vsedě.
- Index subischiální délky a výšky vsedě.
- Index výšky vsedě a tělesné výšky.

### **12.3 Ověření validity souboru pro testování markerů lineární proporcionality**

Vzhledem k tomu, že diagnostické postupy v klinické praxi závisí na typu použitých somatických markerů a interpretace dat by mohla být zatížena chybami měření, následovalo po výběru tělesných parametrů ověření správnosti a přesnosti měření. Toto ověření bylo provedeno opakovaným měřením vzorku sledovaného souboru stejným přístrojem a metodou. Vyšetřovaný soubor zahrnoval pět probandů, u kterých byly opakovaně změřeny všechny vybrané somatometrické charakteristiky. Ze získaných údajů byl vypočten chybový variační koeficient ( $V_{ch}$ ), vyjadřující míru přesnosti měření znaku.  $V_{ch}$  lze získat výpočtem chybové směrodatné odchylky ( $s_{ch}$ ). Výpočet  $s_{ch}$  je dán součtem kvadrátů diferencí mezi 1. a 2. měřením děleným  $2n$  („ $n$ “ udává počet opakovaně měřených jedinců). Odmocněním chybového rozptylu ( $s_{ch}^2$ ) se získá chybová směrodatná odchylka, která se vydělí průměrem hodnoceného znaku.  $V_{ch}$  nesmí překročit hranici 5 %, lépe však 3 %. Dále byla hodnocena reliabilita (spolehlivost), kritérium správné opakovatelnosti měření. Reliabilita se vyjadřuje koeficientem reliability ( $R$ ), který představuje poměr biologického a celkového rozptylu (daného součtem rozptylu biologického a chybového). Tolerance rozptylu znaku chybou měření se uvádí maximálně 10 %, koeficient reliability tedy musí nabývat hodnot vyšších než 90 % (Šmahel, 2001).

#### **12.3.1 Perkalovy indexy**

Pro podrobnější hodnocení proporcionality tělesných rozměrů jednotlivých dětí byly použity tzv. přirozené Perkalovy indexy. U vybraných znaků byly nejprve vypočteny normalizační indexy (SD-skóre), pro vzájemné porovnání znaků a k vyjádření proporcionality jednotlivce vzhledem k referenční populaci. SD-skóre tedy umožňuje údaje o různých znacích (v definovaném věku, pohlaví apod.) převést na srovnatelné hodnoty (tzv. normalizování dat).

Vzorec pro výpočet normalizačního indexu zahrnuje vztah

$$N_i = \frac{x_i - \bar{x}}{SD},$$

kde  $x_i$  je zjištěná hodnota jednotlivce nebo souboru,  $\bar{x}$  je průměr referenčního souboru a  $SD$  je směrodatná odchylka referenčního souboru. Předpokladem normalizování dat je normální rozložení znaku, tedy nulový průměr a jednotkový rozptyl (Zvára, 2004). Rozvoj znaku v rozmezí  $\pm 0,75$   $SD$  je označován za průměrný;  $0,75$ – $1,5$   $SD$  nadprůměrný a dále vysoce nadprůměrný;  $(-0,75)$ – $(-1,5)$   $SD$  podprůměrný a dále vysoce podprůměrný.

Ze studie byli dle vypočtených SD-skór vyřazeni jedinci s podezřením na patologii v lineární proporcionalitě tělesné stavby, u kterých zjištěná hodnota daného parametru překročila hranici  $\pm 2,5$  SD.

Pro výpočet Perkalových indexů byly stanoveny SD-skóre pro tělesnou výšku (s využitím referenčních dat z 6. CAV 2001 (Vignerová et al., 2006)), délku horní končetiny, subischální délku a výšku vsedě (referenční data pro tyto parametry byla poskytnuta ze Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006)).

Součet SD-skór byl následně vydělen počtem zvolených znaků (čtyřmi). Výsledný průměrný normalizační index jednotlivce byl pak odečten od každého normalizačního indexu s respektováním jeho kladné či záporné hodnoty. Hodnota každého znaku se tedy normalizovala dvakrát – vzhledem k souboru, do něhož jednatel patřil a vzhledem k danému jednateli.

Vzájemným porovnáním (odečtením) přirozených Perkalových indexů jednotlivých znaků mezi sebou lze zjistit, které znaky jsou disproporcionální (ty, jenž se liší o více než 1,13) (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). Srovnáním hodnot Perkalových indexů byli vyhodnoceni a následně vyloučeni jedinci se zjevnou disproporcionalitou výškových a délkových rozměrů.

### **12.3.2 Výškový věk (VV)**

Výškový (růstový) věk je stupněm tělesného růstu jedince (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006). U každého vyšetřovaného jedince byl výškový věk stanoven pomocí programu Růst CZ (verze 2.1). Normativní data pro sestavení tohoto programu pochází z 6. celostátního výzkumu dětí a mládeže (CAV) 2001 (Vignerová et al., 2006). Do programu bylo zadáno vždy jméno a příjmení probanda, datum narození, datum měření a zjištěná hodnota tělesné výšky. Dle difference výškového (VV) a chronologického (CHV) věku byli chlapci rozděleni do pěti skupin. Jedinci, u kterých byl rozdíl VV a CHV větší než  $\pm 2,5$  let a zároveň u nich byla zjištěna intraindividuální disproporcionalita tělesné stavby, byli ze studie vyřazeni kvůli podezření na suspektní růstovou patologii. Chlapci s výraznou odchylkou výškového a chronologického věku, kteří splňovali proporcionalitu podle přirozených Perkalových indexů a byla splněna i shoda v zařazení podle jejich vývojového a výškového trendu, nebyli ze souboru vyloučeni, protože u těchto jedinců se může jednat o případnou fyziologickou variantu růstu.

### **12.3.3 Index vývoje stavby těla (KEI)**

Proporcionalita tělesných rozměrů se od narození do dospělosti charakteristicky mění a určitému stupni vývoje tak odpovídá určitý poměr jednotlivých částí těla (Riegerová,



Přidalová, Ulbrichová, 2006). Ke zhodnocení vývojového stavu chlapců v daných věkových kategoriích byl zvolen index vývoje stavby těla (KEI).

Pro stanovení KEI indexu bylo změřeno pět somatometrických parametrů (tělesná hmotnost, tělesná výška, biakromiální šířka ramen, bispinální šířka pánve a maximální obvod předloktí). U dívek se při výpočtu KEI místo maximálního obvodu předloktí zjišťuje střední obvod stehna. Dále je potřeba z hodnot tělesné hmotnosti a tělesné výšky vypočítat Rohrerův index (RI). Pro počítačové zpracování se používá následující vzorec KEI pro chlapce a dívky (Riegerová, Sedlak, 1996):

$$KEI_{chlapi} = \frac{(A-A) + (Is-Is) \cdot [2 \cdot (\max \text{ obvod předloktí}) - 16 \cdot RI + 18,1]}{20 \cdot TV}$$

Z hodnot KEI byly u všech jedinců vypočteny SD-skóre s využitím referenčních hodnot ze studie biologického-proporcionálního věku u současných dětí a mládeže ve věku 6–17 let (Riegerová, Sedlak, Kopecký, 2004). Na základě stanovených SD-skór byli chlapci rozděleni do jednotlivých vývojových skupin. Podle výsledných SD-skór pro KEI nebyli ze souboru pubertálních chlapců vyloučeni žádní jedinci. Pro posouzení, zda se jedná o fyziologickou variantu růstu či již o podezření na růstovou poruchu, byla dále sledována tabulková shoda KEI a difference výškového a chronologického věku.

## **12.4 Statistické zpracování somatometrických údajů**

Pro základní charakterizaci souboru proporcionálních pubertálních chlapců v jednotlivých věkových kategoriích byly stanoveny popisné statistiky měřených parametrů, projektivních měr a indexů lineární tělesné proporcionality. Ke statistickému zpracování byl použit program Microsoft Office Excel 2007. U všech parametrů byla vypočtena směrodatná odchylka, průměr, minimum, maximum, 10. percentil, 50. percentil (medián) a 90. percentil.

### **12.4.1 Základní statistické charakteristiky**

#### **Směrodatná odchylka**

- Směrodatná odchylka ( $s_x$ ) je druhou odmocninou z rozptylu, kde rozptyl představuje průměrný čtverec odchylky od průměru (Zvára, 2004).

#### **Průměr (aritmetický průměr)**

- Průměr ( $\bar{X}$ ) se udává jako součet všech naměřených hodnot znaku vydělený jejich počtem.

### Minimum, maximum

- Jedná se o okrajové hodnoty souboru všech naměřených hodnot znaku. Minimum představuje nejmenší hodnotu a maximum největší hodnotu z naměřených hodnot znaku (Zvára, 2004).

### Percentily

- Jedná se o konstantu, která oddělí  $p$ -tý díl ( $100p$  procent) nejmenších hodnot, přičemž 50. percentilu odpovídá medián (Zvára, 2004). Hodnoty percentilů jsou v definovaném vztahu s hodnotami SD-skóre (Šmahel, 2001).

### Medián

- Jedná se o prostřední hodnotu znaku (Zvára, 2004).

## 12.4.2 Testování statistických hypotéz

Základní metodika statistického testu spočívá ve stanovení nulové hypotézy  $H_0$  (tvrzení o nějaké vlastnosti vyšetřované veličiny), jejíž platnost testujeme. Pokud neplatí nulová hypotéza, platí hypotéza alternativní,  $H_1$  (negace nulové hypotézy). V rámci rozhodování o platnosti nulové hypotézy jsou pouze dvě možnosti, její zamítnutí či nezamítnutí. Po formulaci hypotéz je nutno stanovit hladinu významnosti,  $\alpha$  (maximální přípustná pravděpodobnost, že nulová hypotéza neplatí, tzv. chyba 1. druhu). V této práci byla stanovena 5%, 1% a 0,1% hladina významnosti. Pravděpodobnost, s jakou nulová hypotéza neplatí, určuje dosažená hladina testu, tzv.  $p$ -hodnota. Pokud je  $p \leq \alpha$ , nulová hypotéza se zamítá na zvolené hladině významnosti. V případě, že  $p > \alpha$ , nulová hypotéza se na zvolené hladině významnosti nezamítá (Zvára, 2004).

### 12.4.2.1 Jednovýběrový t-test

K porovnání naměřených dat našeho souboru pubertálních chlapců s aktuálními referenčními daty z CAV 2001 (Vignerová et al., 2006) a Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006) byl použit jednovýběrový t-test.

Předpokladem jednovýběrového t-testu je nezávislost náhodných veličin a normální rozdělení (Zvára, 2004). U tělesné výšky a dalších lineárních rozměrů (i u šířkových charakteristik) se předpokládá normální rozdělení znaku (Šmahel, 2001). Nulová hypotéza  $H_0: \mu = \mu_0$  (kde  $\mu$  je populační průměr a  $\mu_0$  je daná konstanta) je zamítnuta ve prospěch oboustranné hypotézy alternativní  $H_1: \mu \neq \mu_0$  na hladině významnosti  $\alpha$  právě tehdy, když pro:

$$T = \frac{(\bar{X} - \mu_0)}{S} \cdot \sqrt{n},$$

kde  $S$  je výběrová směrodatná odchylka,  $\bar{X}$  je výběrový průměr bude platit  $|T| \geq t_{n-1}(\alpha)$  (Zvára, 2004).

#### 12.4.2.2 Dvouvýběrový t-test

Dvouvýběrový t-test byl použit ke srovnání získaných dat této studie s dalšími českými i zahraničními studiemi, k porovnání metod stanovení horního a dolního segmentu těla a pro porovnání intersexuálních rozdílů mezi chlapci a děvčaty v jednotlivých věkových kategoriích.

Předpokladem tohoto testování jsou dva náhodné, nezávislé výběry z normálního rozdělení. Nulová hypotéza  $H_0: \mu_X = \mu_Y$  vede ke statistice:

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\sqrt{(n_X - 1)S_X^2 + (n_Y - 1)S_Y^2}} \sqrt{\frac{n_X n_Y (n_X + n_Y - 2)}{n_X + n_Y}},$$

kde  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  jsou výběrové průměry  $S_X$  a  $S_Y$  jsou rozptyly obou rozdělení. Počet stupňů volnosti je  $n_X + n_Y - 2$  (Zvára, 2004). Pokud neplatí nulová hypotéza, platí hypotéza alternativní:  $H_1: \mu_X \neq \mu_Y$ .

#### 12.4.2.3 Fisherův F-test

Pro porovnání rozptylů přímo a nepřímo stanoveného horního segmentu těla byl použit Fischerův F-test rovnosti rozptylů.

Pro F-test je testovací statistika rovna:

$$R = \frac{S_X^2}{S_Y^2},$$

Kde  $S_X$  a  $S_Y$  jsou výběrové rozptyly jednotlivých souborů měření a testujeme nulovou hypotézu  $H_0: \sigma_X = \sigma_Y$  oproti alternativní hypotéze  $H_1: \sigma_X \neq \sigma_Y$ . Podle Pavlíka (2005) lze nulovou hypotézu zamítnout, jestliže platí buď

$$R > F_{\alpha/2}(n_X - 1, n_Y - 1),$$

nebo

$$R < \frac{1}{F_{\alpha/2}(n_Y - 1, n_X - 1)}.$$

Fisherův F-test byl použit pro porovnání rozptylů přímého a nepřímého stanovení horního segmentu těla.

### 12.4.3 Korelace a regrese

Korelace měří sílu lineární závislosti dvou spojitých veličin, regrese řeší závislost spojitě veličiny na jedné či několika spojitých veličinách (Zvára, 2004). Pro posouzení KEI a rozdílu výškového (VV) a chronologického (CHV) věku byl sestrojen pro každou věkovou kategorii bodový graf. Jednotlivé body představují dvojice údajů, jejichž souřadnice odpovídají získaným hodnotám. Typ závislosti pak určuje tzv. regresní křivka proložená těmito body. Čím více jsou body kolem regresní křivky rozptýleny, tím je vztah sledovaných veličin volnější. Pro každou regresní křivku byl vypočten korelační koeficient  $\rho_{X,Y}$ , aby bylo možno porovnat sílu závislosti difference VV a CHV s indexem KEI v jednotlivých věkových kategoriích. Pro nezávislé veličiny je korelační koeficient roven nule. Čím více se  $|\rho_{X,Y}|$  blíží k 1, tím těsnější je lineární závislost mezi náhodnými veličinami  $X$ ,  $Y$ . Odhadem korelačního koeficientu je výběrový (Pearsonův) korelační koeficient  $r_{X,Y}$  (Zvára, 2004):

$$r_{X,Y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)}\sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}}$$

kde

$r_{X,Y}$  je výběrový korelační koeficient,

$E(X)$  je střední hodnota výběru  $X$ ,

$E(Y)$  je střední hodnota výběru  $Y$ ,

$E(XY)$  je střední hodnota součinu výběrů  $X \cdot Y$ ,

$E(X^2)$  je střední hodnotu výběru  $X^2$ ,

$E(Y^2)$  je střední hodnotu výběru  $Y^2$ .

K posouzení síly lineární závislosti vybraných lineárních parametrů byla sestavena korelační matice těchto parametrů a byly vypočteny vzájemné korelace všech parametrů pro jednotlivé věkové kategorie (viz příloha na CD) a pro ilustraci celkové korelace byla sestavena korelační matice pro všechny věkové kategorie pubertálních chlapců. Z hodnot korelačních koeficientů pak byla sledována společná část variability dvojic znaků, tedy nakolik se mění jeden v závislosti na změně velikosti druhého (Bouchalová, 1987).

#### **12.4.4 Kontingenční tabulky**

Kontingenční tabulky se používají ke zjištění, zda existuje mezi dvěma znaky prokazatelný vztah. V této studii byly kontingenční tabulky aplikovány pro hodnocení vztahu KEI a difference VV a CHV.

K sestavení kontingenčních tabulek byl také použit program Microsoft Office Excel 2007. Příslušné buňky zahrnovaly počet případů, kdy zároveň měl první znak hodnotu odpovídající příslušnému řádku (stupeň přiměřenosti výšky věku podle difference VV a CHV) a druhý znak hodnotu odpovídající příslušnému sloupci (počty chlapců se stupněm biologické zralosti daným SD-skóre indexu KEI).

#### **12.4.5 Morfogramy**

K posouzení lineární tělesné proporcionality u vybraných kazuistických případů pubertálních chlapců byly sestaveny morfogramy tělesné stavby. Morfogramy umožňují grafické vyjádření odchylek k posouzení vzájemné disproporcionality znaků. Obvykle jsou orientovány horizontálně, na vodorovnou osu se nanáší znak, na svislou osu stupnice SD-skóre, kde základní linie značí nulovou odchylku od normy, výše jsou vyznačeny plusové hodnoty SD-skóre a níže minusové. U růstových poruch či vrozených vad mají morfogramy při dobře zvolených znacích typický tvar (Šmahel, 2001). K výpočtu SD-skóre byly použity směrodatné odchylky a průměry referenčních dat Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006), přičemž chybějící údaje byly nahrazeny použitím parametrů z této studie.

## 13 Výsledky a diskuze

### 13.1 Ověření validity získaných dat

#### 13.1.1 Testování přesnosti a správnosti měření

Pro měřené parametry byla testována přesnost a správnost měření (Tab. 13.1). Každý somatometrický bod byl měřen dvakrát stejnou osobou u celkem pěti vyšetřovaných jedinců. Měřením jednoho znaku více osobami byla testována interindividuální chyba měření. Vypočtená hodnota koeficientu reliability přesahovala u všech sledovaných markerů požadovanou hranici 90 %. U 45 % parametrů dosáhla hodnota koeficientu reliability dokonce více než 99 %. Chybový variační koeficient nepřekročil u žádného sledovaného parametru stanovenou hranici 3 %. U znaků lineární proporcionality byla zjištěna hodnota chybového variačního koeficientu nižší než 1 %, což také vypovídá o vysoké přesnosti měření těchto znaků.

Tab. 13.1 – Výsledky testování přesnosti a správné opakovatelnosti měření

Somatometrické parametry	Chybový variační koeficient [%]	Koeficient reliability [%]
Tělesná výška	0,30	99,57
Tělesná hmotnost	0,24	99,99
Výška bodu akromiale	0,76	98,25
Výška bodu suprasternale	0,33	99,70
Výška bodu iliocristale	0,48	99,44
Výška bodu iliospinale anterius	0,93	97,74
Výška bodu daktylion	2,05	90,08
Rozpětí paží	0,20	99,82
Výška vsedě	0,19	99,89
Biakromiální šířka	1,20	91,51
Transverzální průměr hrudníku	0,87	98,54
Sagitální průměr hrudníku	1,86	96,33
Bikristální šířka	1,21	96,94
Bispinální šířka	2,01	95,44
Obvod hrudníku přes mesosternale	1,06	99,01
Obvod pasu	1,56	97,44
Obvod břicha	0,33	99,92
Obvod gluteální	0,71	99,53
Obvod paže relaxované	2,51	96,51
Obvod předloktí maximální	1,56	96,85
Obvod stehna střední	2,64	94,12
Obvod lýtky maximální	0,69	99,42

#### 13.1.2 Přirozené Perkalovy indexy

Přirozené Perkalovy indexy umožnily u každého jedince posoudit vzájemnou lineární proporcionalitu sledovaných znaků (tělesná výška, výška vsedě, subischální délka, délka horní končetiny). Ve vztahu k tělesné výšce byl horní (výška vsedě) i dolní (subischální délka)

segment těla téměř u všech chlapců této studie proporcionální (Tab. 13.2). Ze souboru byli vyloučeni chlapci, kteří nesplňovali kritérium intraindividuální proporcionality a rozdíl přirozených Perkalových indexů u nich tedy překročil stanovenou hranici. Tito vyřazení chlapci byli nadprůměrného vzrůstu, s výrazně narušenou vertikální proporcionalitou a současně zjištěnou disproporcionalitou v dalších porovnávaných parametrech.

**Tab. 13.2 – Disproporcionalita dvojic znaků pubertálních chlapců před vyloučením z původního souboru (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischální délka)**

Perkalovy indexy							
Věkové kategorie	Disproporc.	TV – Vvsedě	TV – DHK	TV – SCHD	DHK – Vvsedě	Vvsedě – SCHD	DHK – SCHD
10,00–10,99	>1,13	0,00	3,33	0,00	6,67	0,00	0,00
11,00–11,99	>1,13	0,00	0,00	0,00	3,80	3,80	2,53
12,00–12,99	>1,13	0,00	0,00	0,00	4,11	1,37	5,48
13,00–13,99	>1,13	1,15	0,00	0,00	4,60	2,30	0,00
14,00–14,99	>1,13	1,20	1,20	1,20	3,61	3,61	0,00

### 13.1.3 Diference výškového a chronologického věku

Na základě difference výškového (VV) a chronologického (CHV) věku byli chlapci jednotlivých věkových kategorií rozděleni do pěti skupin (Tab. 13.3). Děti s rozdílem VV a CHV  $\pm 1$  rok jsou označovány jako výškově průměrné vzhledem ke svému věku a v našem souboru zaujaly největší procentuální zastoupení ve všech věkových kategoriích. Děti s diferencí VV a CHV  $\pm (1-2)$  roky jsou mírně nadprůměrně/podprůměrně vysoké a rozdíl o více než +2 roky lze nalézt u dětí růstově akcelerovaných, rozdíl o méně než –2 roky u dětí růstově retardovaných vzhledem k věku. Více výškově podprůměrných chlapců bylo shledáno v kategorii jedenáctiletých a dvanáctiletých. Naopak u třináctiletých převážil podíl chlapců výškově nadprůměrných a v kategorii čtrnáctiletých se vyskytli především výškově akcelerovaní jedinci.

**Tab. 13.3 – Zastoupení chlapců dle difference výškového a chronologického věku v jednotlivých věkových kategoriích**

Diference výškového a chronologického věku					
Věkové kategorie	méně než -2 roky [%]	-2 až -1 let [%]	-1 až +1 let [%]	1 až 2 roky [%]	více než 2 roky [%]
10,00–10,99	3,33	6,67	76,67	13,33	0,00
11,00–11,99	8,86	13,92	62,03	13,92	1,27
12,00–12,99	2,74	21,92	61,64	12,33	1,37
13,00–13,99	4,65	10,47	60,47	15,12	9,30
14,00–14,99	1,22	10,98	53,66	10,98	23,17

U dětí nadprůměrně vysokých nebylo možno výškový věk pomocí programu Růst CZ stanovit. Tento program totiž vyhodnocuje výškový věk u chlapců do výšky 180,1 cm (u dívek do výšky

167,2 cm), tj. průměrná populační hodnota tělesné výšky podle CAV 2001 (Vignerová et al., 2006). Chlapcům vyšším než 180,1 cm byla proto pro další zpracování dat přiřazena nominální hodnota výškového věku 17 let a bylo nutno ověřit, zda je vhodné k dalšímu testování rozdíl výškového a chronologického věku použít. Z grafu závislosti SD-skóre tělesné výšky na diferenci výškového a chronologického věku pro jednotlivé věkové kategorie (viz příloha na CD) lze vyčíst, že v jeho kladné části je rozptyl hodnot mírně vyšší než v oblasti záporné. Směrnice je však v obou částech grafu stejná a za parametr přiměřenosti růstu byl tedy zvolen rozdíl výškového a chronologického věku.

### 13.1.4 Vývojový stav na základě KEI

Stanovením SD-skóre KEI byli chlapci jednotlivých věkových kategorií rozřazeni do celkem pěti skupin podle jejich vývojového stavu (Tab. 13.4). Skupina vývojově průměrných chlapců této studie zaujímá největší procentuální podíl ve všech věkových kategoriích. U chlapců v nástupu puberty, který je v důsledku genetické determinace značně variabilní, byl shledán trend k mírnému vývojovému opoždění. V případech, kde byl současně s vývojovým opožděním zjištěn podprůměrný či průměrný vzrůst, lze uvažovat o konstitučním opoždění růstu a puberty. Ve věkové kategorii čtrnáctiletých se naopak vyskytlo větší procentuální zastoupení vývojově akcelerovaných chlapců. U vývojově akcelerovaných jedinců nadměrného či průměrného vzrůstu se promítá suspektní konstituční urychlení růstu a puberty. Skupiny vývojově nadprůměrných a vývojově podprůměrných chlapců tedy zahrnují děti s případnými fyziologickými variantami růstu a vývoje. Pro oddělení těchto variant od domnělých růstových patologií byla testována shoda výškového a proporcionálního věku.

**Tab. 13.4 – Procentuální zastoupení chlapců jednotlivých věkových skupin dle Sd-skóre KEI**

<b>KEI</b>					
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Vývojově opoždění (&lt; -1,5 SD) [%]</b>	<b>Podprůměrní ve vývoji (-1,5 – (-0,75) SD) [%]</b>	<b>Průměrní ve vývoji (-0,75 – (-0,75) SD) [%]</b>	<b>Nadprůměrní ve vývoji (0,75 -1,5 SD) [%]</b>	<b>Vývojově akcelerovaní (&gt; 1,5 SD) [%]</b>
10,00–10,99	16,67	23,33	46,67	10,00	3,33
11,00–11,99	11,39	16,46	59,49	7,59	5,06
12,00–12,99	13,70	15,07	43,84	15,07	12,33
13,00–13,99	12,79	17,44	51,16	11,63	6,98
14,00–14,99	3,66	8,54	50,00	28,05	9,76

### 13.1.5 Shoda KEI a difference výškového a chronologického věku

Odlišit chlapce s pravděpodobnými fyziologickými variantami růstu od suspektní růstové poruchy umožnilo testování shody KEI a difference výškového a chronologického věku. Sobě odpovídající kategorie rozdílu VV a CHV a SD-skóre KEI byly shodně očíslovány (Tab. 13.5).



V sestrojených kontingenčních tabulkách byla zjišťována procentuální shoda v zařazení chlapců dle KEI a difference VV a CHV a individuálně byli dále posouzeni jedinci s podezřením na růstovou poruchu.

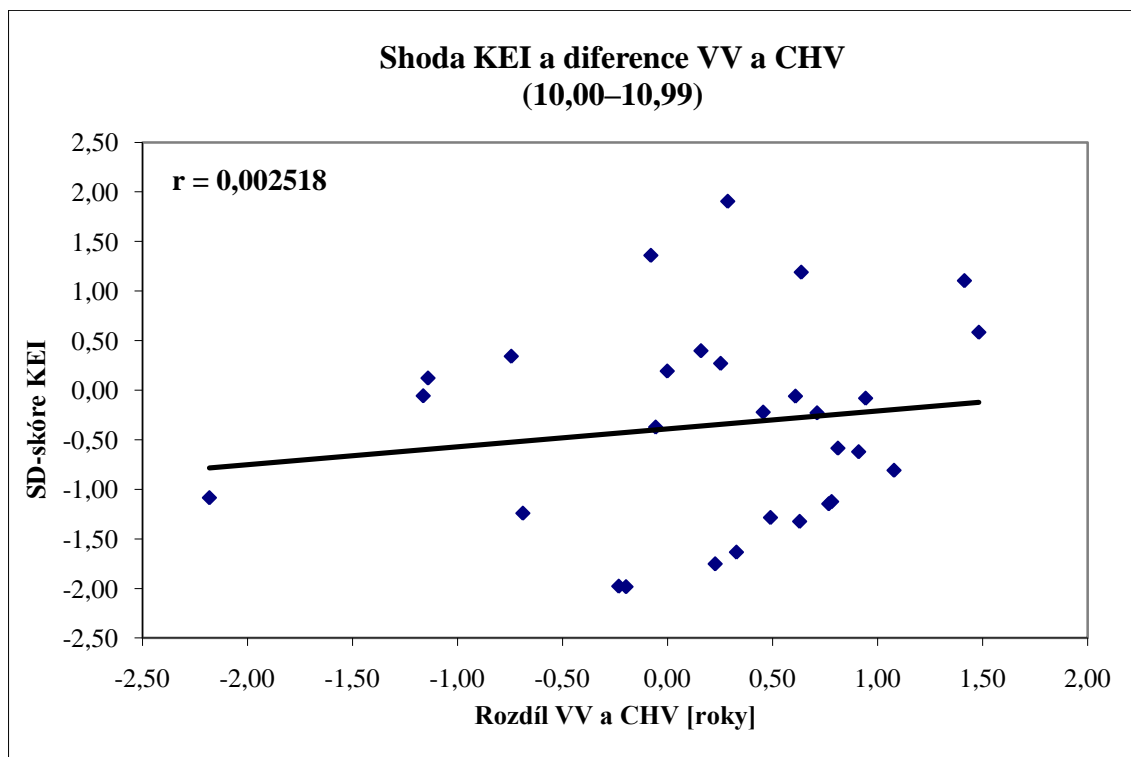
**Tab. 13.5 – Číselné označení příslušných kategorií rozdílu výškového a chronologického věku a SD-skóre KEI**

Rozdíl výškového a chronologického věku		SD-skóre KEI	
Kategorie		Kategorie	
1	méně než -2 roky	méně než -1,5 SD	1
2	od -1 do -2 let	od -0,75 SD do -1,5 SD	2
3	od -1 do 1 roku	od -0,75 do 0,75 SD	3
4	od 1 do 2 let	od 0,75 SD do 1,5 SD	4
5	více než 2 roky	více než 1,5 SD	5

Z tabulkových procent vyplývá, že se oba trendy shodují. Pouze ve dvou případech došlo k zařazení jedince dle výškového a vývojového trendu s více než dvoustupňovým rozdílem. Oba tito chlapci byli opoždění ve vývoji a zároveň mírně výškově nadprůměrní vzhledem ke svému věku. Pro podezření na poruchu růstu byli tito jedinci ze souboru proporcionálních chlapců vyřazeni.

V každé věkové skupině byla sestrojena regresní křivka pro posouzení závislosti SD-skóre KEI a difference výškového a chronologického věku. Tím byla stanovena síla lineární závislosti mezi těmito trendy. Získaný korelační koeficient dosáhl v každé věkové kategorii s výjimkou desetiletých (kde byla četnost chlapců poměrně nízká) vysokých hodnot a byla tedy potvrzena přímá lineární závislost výškového a vývojového trendu.

### 13.1.5.1 Shoda KEI a difference výškového a chronologického věku u desetiletých chlapců



Obr. 13.1 – Shoda KEI a výškového věku u desetiletých chlapců

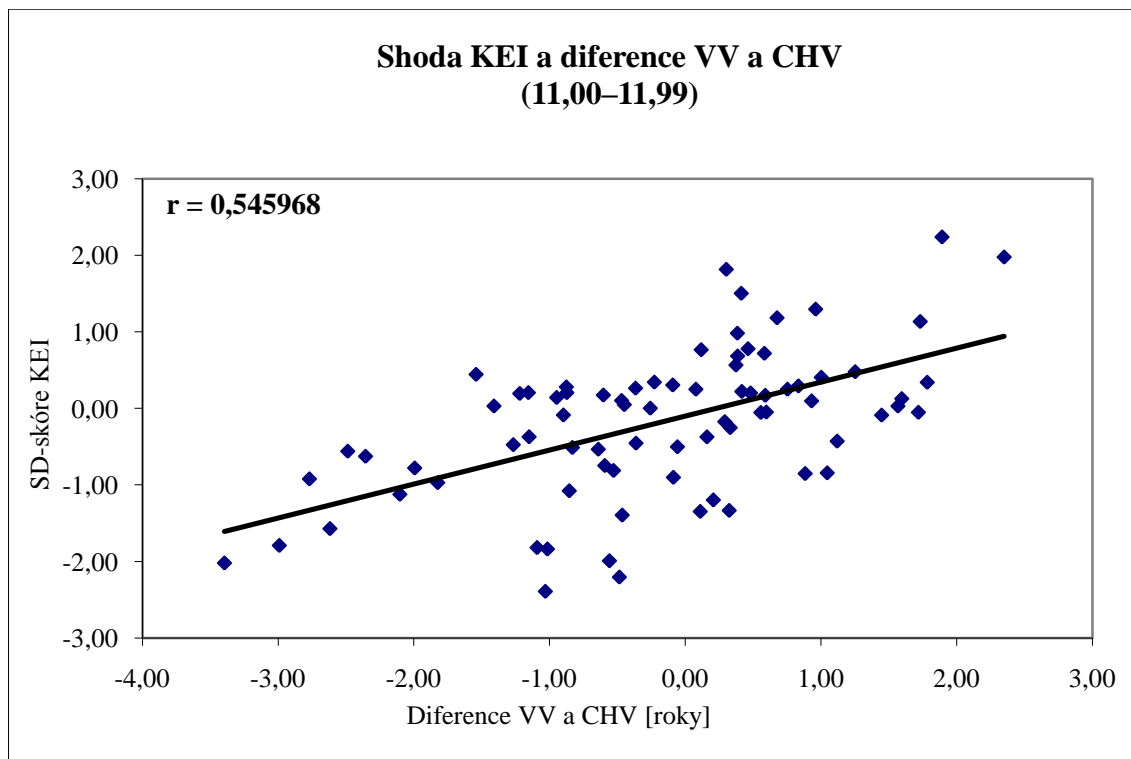
Tab. 13.6 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u desetiletých chlapců

		KEI					
		1 [%]	2 [%]	3 [%]	4 [%]	5 [%]	celkem [%]
Rozdíl VV a CHV	1 [%]	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00	3,33
	2 [%]	0,00	0,00	6,67	0,00	0,00	6,67
	3 [%]	13,33	16,67	36,67	6,67	3,33	76,67
	4 [%]	3,33	3,33	3,33	3,33	0,00	13,33
	5 [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	celkem [%]	16,67	23,33	46,67	10,00	3,33	100,00

Největší procentuální zastoupení desetiletých chlapců bylo vývojově průměrných, s průměrnou tělesnou výškou (36,67 %). Chlapců se suspektním familiárně menším vzrůstem se v této kategorii vyskytlo více (6,67 %) než jedinců domnělého familiárně vyššího vzrůstu (3,33 %). U dětí vývojově podprůměrných a opožděných, s průměrným vzrůstem (30 %) se zřejmě jedná se o vzorec pravděpodobného konstitučního opoždění růstu a puberty. Mezi desetiletými jsme pozorovali také menší podíl chlapců vývojově nadprůměrných, s pravděpodobným konstitučním urychlením růstu a puberty (13,33 %). Nevyskytli se však žádní výškově akcelerovaní a pouze jeden chlapec byl výrazně podprůměrného vzrůstu. Po individuálním zhodnocení míry disproportionality biologické zralosti a výškového trendu byl z této věkové kategorie vyřazen

jeden chlapec s podezřením na případnou poruchu růstu. Tento chlapec, J. L. (ke dni měření ve věku 10,43 roku) byl výrazně opožděný ve vývoji ( $-2,46$  SD) a současně nadprůměrný ve výškovém trendu (diference VV a CHV u něj činila 1,69 roku).

### 13.1.5.2 Shoda KEI a difference výškového a chronologického věku u jedenáctiletých chlapců



Obr. 13.2 – Shoda KEI a výškového věku u jedenáctiletých chlapců

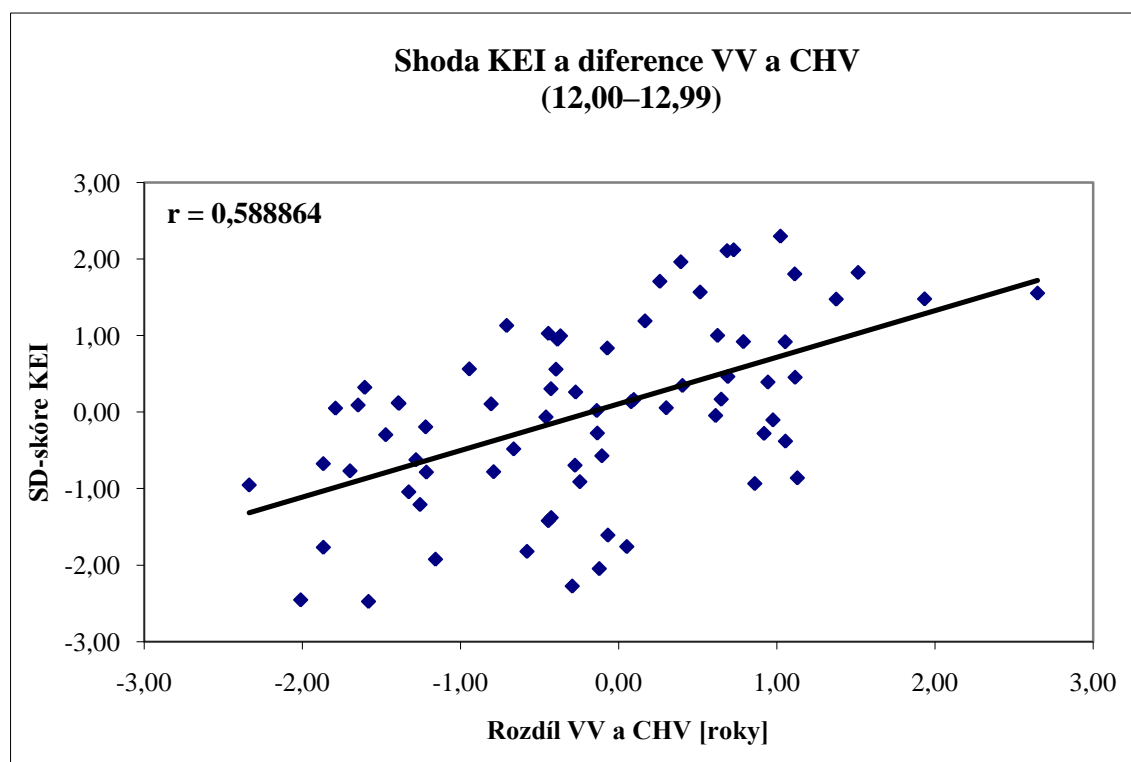
Tab. 13.7 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u jedenáctiletých chlapců

		KEI					
		1 [%]	2 [%]	3 [%]	4 [%]	5 [%]	celkem [%]
Rozdíl VV a CHV	1 [%]	3,80	2,53	2,53	0,00	0,00	8,86
	2 [%]	3,80	2,53	7,59	0,00	0,00	13,92
	3 [%]	3,80	10,13	39,24	6,33	2,53	62,03
	4 [%]	0,00	1,27	10,13	1,27	1,27	13,92
	5 [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27	1,27
	celkem [%]	11,39	16,46	59,49	7,59	5,06	100,00

Mezi jedenáctiletými se již vyskytlo malé procento výškově akcelerovaných jedinců. Běžným jevem je v tomto věku výrazně vyšší zastoupení chlapců s pravděpodobným konstitučním opožděním růstu a puberty (26,58 %) oproti počtu případů s případným konstitučním urychlením růstu a puberty (12,65 %). Děti, kteří vstupují do puberty později, bývá totiž obvykle více než jedinců urychlených. Počet jedenáctiletých chlapců s familiární formou vzrůstu je v našem souboru téměř zcela vyrovnaný pro obě varianty. Největší procentuální

zastoupení i v této kategorii činí chlapci výškově a vývojově průměrní. Z původního souboru byl pro podezření na možnou růstovou patologii vyřazen jeden jedenáctiletý chlapec. A. H. měl ke dni měření 11,27 roku, byl výrazně vývojově opožděný (hodnota SD-skóre KEI u něj činila  $-3,42$  SD) a zároveň byl průměrného vzrůstu. Diference výškového a chronologického věku u něj činila  $-0,59$  roku. U tohoto chlapce jsme shledali také mírně vyšší intraindividuální disproportionálnitu tělesné stavby posouzením Perkalových indexů.

### 13.1.5.3 Shoda KEI a difference výškového a chronologického věku u dvanáctiletých chlapců



Obr. 13.3 – Shoda KEI a výškového věku u dvanáctiletých chlapců

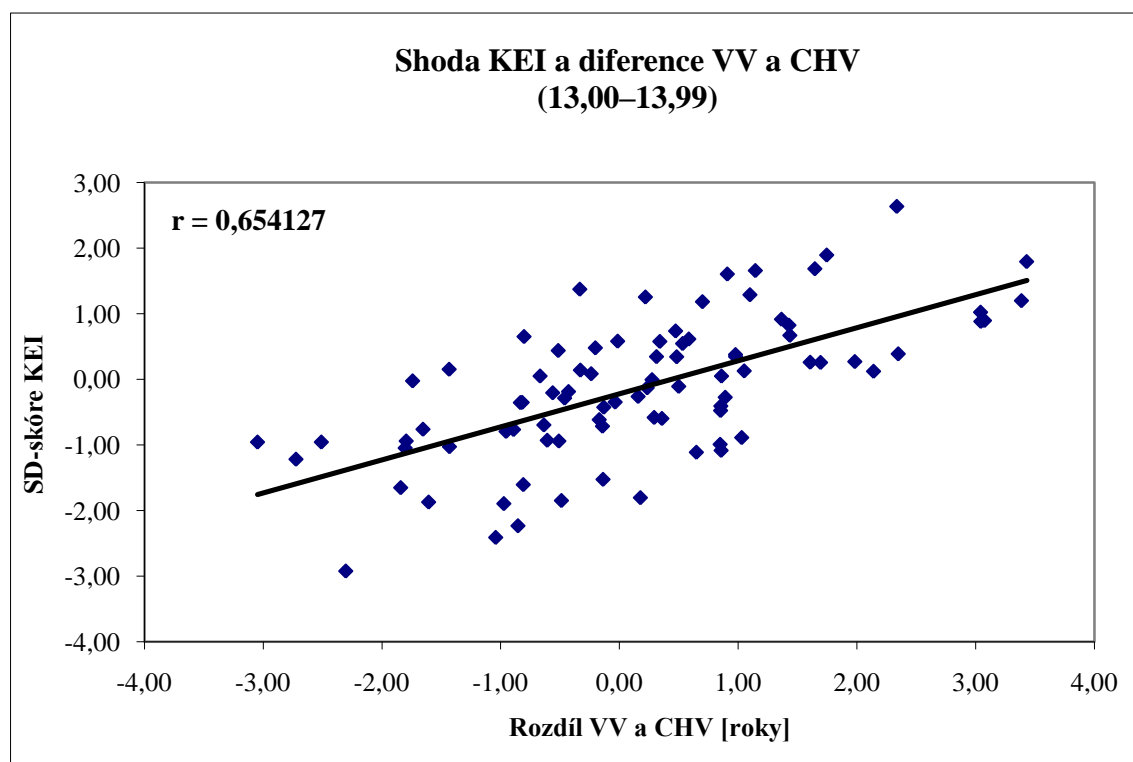
Tab. 13.8 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u dvanáctiletých chlapců

		KEI					celkem [%]
		1 [%]	2 [%]	3 [%]	4 [%]	5 [%]	
Rozdíl VV a CHV	1 [%]	1,37	1,37	0,00	0,00	0,00	2,74
	2 [%]	4,11	5,48	12,33	0,00	0,00	21,92
	3 [%]	8,22	6,85	28,77	10,96	6,85	61,64
	4 [%]	0,00	1,37	2,74	4,11	4,11	12,33
	5 [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	1,37
	celkem [%]	13,70	15,07	43,84	15,07	12,33	100,00

Nejvíce dvanáctiletých z našeho souboru je výškově i vývojově průměrných. U 12,33 % chlapců lze uvažovat o případném familiárně menším vzrůstu a pouze u 2,74 % o domnělém familiárně vyšším vzrůstu. Procento chlapců se suspektním konstitučním opožděním či

urychlením růstu a puberty je v této věkové kategorii vyrovnané (27,4 % pro každou z variant). Ze studie byl vyřazen jeden dvanáctiletý chlapec. D. M. měl v den měření 12,44 let, byl výrazně vývojově opožděný (SD-skóre KEI -2,37 SD) a zároveň měl ke svému věku průměrnou tělesnou výšku (s diferencí výškového a chronologického věku 0,48 let). Tento chlapec byl k vyřazení indikován také kvůli zvýšené intraindividuální disproportionality v hodnocení horního a dolního segmentu těla.

#### 13.1.5.4 Shoda KEI a difference výškového a chronologického věku u třináctiletých chlapců



Obr. 13.4 – Shoda KEI a výškového věku u třináctiletých chlapců

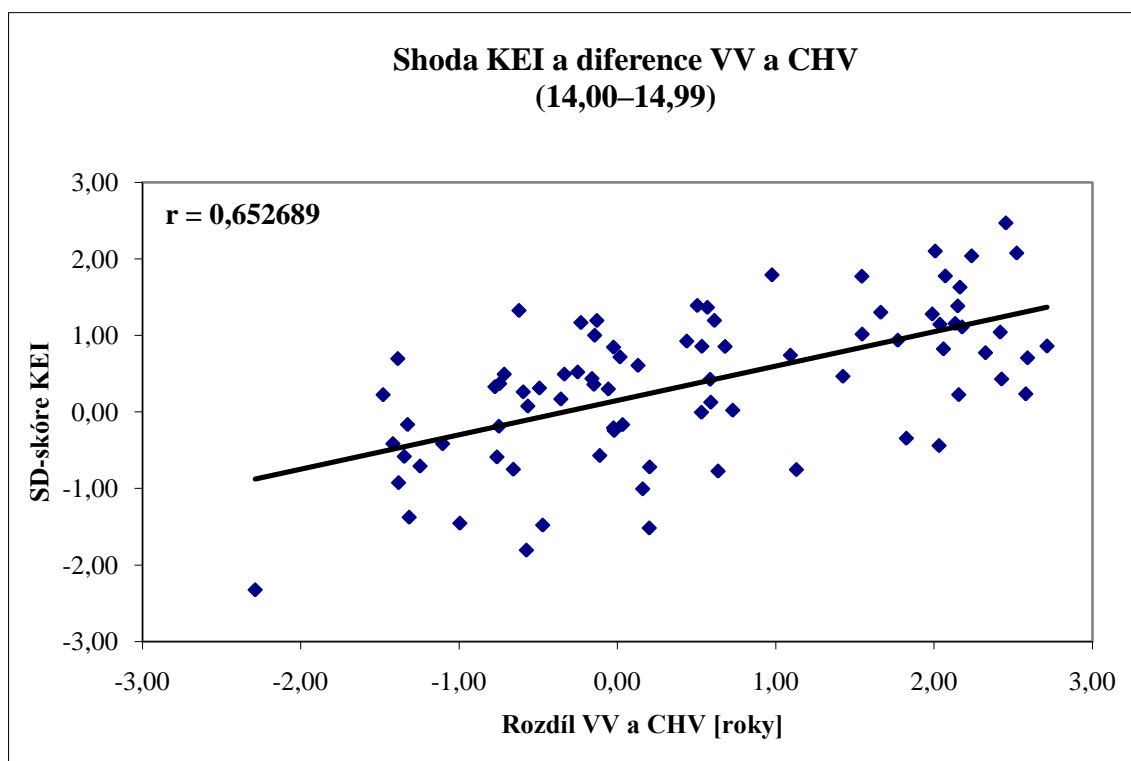
Tab. 13.9 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u třináctiletých chlapců

		KEI					celkem [%]
		1 [%]	2 [%]	3 [%]	4 [%]	5 [%]	
Rozdíl VV a CHV	1 [%]	1,16	3,49	0,00	0,00	0,00	4,65
	2 [%]	3,49	4,65	2,33	0,00	0,00	10,47
	3 [%]	6,98	8,14	40,70	3,49	1,16	60,47
	4 [%]	1,16	1,16	5,81	3,49	3,49	15,12
	5 [%]	0,00	0,00	2,33	4,65	2,33	9,30
	celkem [%]	12,79	17,44	51,16	11,63	6,98	100,00

Ve věkové kategorii třináctiletých byla zjištěna nejsilnější lineární závislost mezi sledovanými trendy ( $r = 0,654$ ). Nejvíce chlapců bylo vývojově a výškově průměrných. Objevilo se více jedinců suspektně familiárně vyšších (8,14 %) oproti případům, u kterých lze usuzovat na

familiárně menší vzrůst (2,33 %). U dvanáctiletých chlapců byl pozorován opačný trend. Více jedinců s růstovým vzorcem případného konstitučního opoždění růstu (23,26 %) odpovídá pozdějšímu nástupu puberty u těchto chlapců. 13,95 % chlapců této věkové kategorie má vzorec suspektního konstitučního urychlení růstu a puberty. S podezřením na možnou poruchu růstu byl ze studie vyřazen jeden chlapec. L. Ch. bylo v den měření 13,80 roku, byl vývojově opožděn (hodnota SD-skóre KEI -2,29) a zároveň byl vzhledem ke svému věku mírně nadprůměrně vysoký (s diferencí výškového a chronologického věku 1,10).

#### 13.1.5.5 Shoda KEI a difference výškového a chronologického věku u čtrnáctiletých chlapců



Obr. 13.5 – Shoda KEI a výškového věku u čtrnáctiletých chlapců

Tab. 13.10 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u čtrnáctiletých chlapců

		KEI					
		1 [%]	2 [%]	3 [%]	4 [%]	5 [%]	celkem [%]
Rozdíl VV a CHV	1 [%]	1,22	0,00	0,00	0,00	0,00	1,22
	2 [%]	0,00	2,44	8,54	0,00	0,00	10,98
	3 [%]	2,44	4,88	31,71	13,41	1,22	53,66
	4 [%]	0,00	1,22	3,66	4,88	1,22	10,98
	5 [%]	0,00	0,00	6,10	9,76	7,32	23,17
	celkem [%]	3,66	8,54	50,00	28,05	9,76	100,00

Ve věkové kategorii čtrnáctiletých byla také zjištěna silná lineární závislost mezi sledovanými trendy. ( $r = 0,653$ ). Nejvíce jedinců je opět výškově a vývojově průměrných. Dále byl zjištěn

výrazně vyšší podíl vývojově nadprůměrných a urychlených chlapců průměrného či nadprůměrného vzrůstu (36,59 %). V těchto případech lze uvažovat o růstovém vzorci pravděpodobného konstitučního urychlení růstu a puberty. Oproti tomu chlapců s případným konstitučním opožděním růstu a puberty bylo zaznamenáno jen 10,98 %. Chlapců domněle familiárně vysokých (9,76 %) se v této kategorii vyskytlo více než jedinců s předpokládaným familiárně menším vzrůstem (8,54 %). Stejný trend byl shledán i u třináctiletých. Na základě více než dvoustupňové odlišnosti výškového a vývojového trendu měli být z této věkové kategorie vyloučeni dva výškově akcelerovaní chlapci. Tito jedinci však byli vývojově průměrní a na základě Perkalových indexů se u nich neprokázala intraindividuální disproporcionalita tělesných markerů. Chlapci tedy ve studii zůstali s podezřením na familiárně vysoký vzrůst. Navíc, jak již bylo řečeno v teoretické části studie, pravděpodobnost výskytu růstové patologie u jedinců nadměrného vzrůstu je výrazně nižší než u jedinců malého vzrůstu.

### **13.1.6 Diskuze**

Odchylka tělesné výšky od příslušné věkové normy musí být hodnocena s ohledem na biologickou zralost dítěte a jeho genetické predispozice. V této studii informace o výšce rodičů, kostním věku či pohlavní zralosti nebyly zjišťovány, posuzován byl ale KEI index, který dobře koreluje s kostním věkem i pubertálním růstem (Riegerová, 1987). V klinické praxi má však KEI index také svá omezení. U dětí familiárně menšího vzrůstu s normální sexuální maturací může docházet k podhodnocení podle KEI. V naší studii byl však sledován pouze vývojový trend, který umožnil rozřadit chlapce mezi průměrné, akcelerované či retardované ve vývoji a nebyla tedy zjišťována konkrétní hodnota biologického věku.

Záměrem tohoto testování bylo zjistit, zda se v jednotlivých věkových kategoriích pubertálních chlapců nenachází jedinci s disproporcionalitou mezi výškovým a vývojovým trendem. Za disproporcionální byl považován rozdíl v zařazení chlapce dle KEI a difference VV a CHV větší než dvě pásma.

Po vyloučení jedinců, kteří nesplňovali dané kritérium, tvořili celkově největší procentuální zastoupení ve všech věkových skupinách chlapci výškově i vývojově průměrní. Dále byl shledán výraznější trend ke konstitučnímu opoždění růstu a puberty. Výjimkou byli čtrnáctiletí, kde byl naopak zjištěn výrazně větší podíl vývojově i výškově akcelerovaných chlapců a poukazoval na případné konstituční urychlení růstu a puberty.

### 13.2 Popisné statistiky somatometrických parametrů

Všechna získaná data byla analyzována metodami deskriptivní statistiky v jednoletých i půlročních věkových intervalech. Cílem bylo charakterizovat soubor pubertálních chlapců a popsat změny tělesné proporcionality během pubertálního období. Popisné statistiky jednotlivých parametrů, projektivních měr a indexů jsou uvedeny v příloze na CD. Popisné statistiky rozpětí paží, výšky bodu suprasternale a iliocristale nejsou součástí současných normativních dat naší populace, stanovených na základě CAV 2001 (Vignerová et al., 2006) a Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). Uvádím je zde tedy jako možný podklad k dalšímu využití. U desetiletých je však nutno zohlednit nízkou četnost probandů. Index subischální délky a výšky vsedě a index rozpětí paží a tělesné výšky také nejsou součástí normativních dat a hodnoty popisných statistik těchto indexů jsou uvedeny v Kap. 13.4 a 13.5.

**Tab. 13.11 – Popisné statistiky výšky bodu suprasternale**

Výška bodu suprasternale								
Věkové kategorie	N	Průměr	SD	Medián	10.P.	90.P.	Max.	Min.
10,00–10,99	29	117,12	4,04	117,00	112,34	122,48	123,50	107,80
11,00–11,99	78	120,09	6,43	119,85	112,68	129,01	135,50	105,80
12,00–12,99	72	125,98	6,17	125,20	118,32	133,29	143,00	112,60
13,00–13,99	85	133,85	7,40	134,10	123,28	142,02	153,10	117,40
14,00–14,99	82	140,50	6,81	140,40	131,92	149,42	157,90	125,60

**Tab. 13.12 – Popisné statistiky výšky bodu iliocristale**

Výška bodu iliocristale								
Věkové kategorie	N	Průměr	SD	Medián	10.P.	90.P.	Max.	Min.
10,00–10,99	29	89,39	3,59	89,70	84,08	92,82	97,30	81,00
11,00–11,99	78	91,81	5,77	92,00	83,83	98,66	109,70	79,00
12,00–12,99	72	96,85	5,28	96,55	89,47	103,20	108,90	87,80
13,00–13,99	85	102,82	6,17	102,80	95,90	110,32	121,90	86,50
14,00–14,99	82	107,89	6,30	107,45	100,00	115,49	124,20	95,70

**Tab. 13.13 – Popisné statistiky rozpětí paží**

Rozpětí paží								
Věkové kategorie	N	Průměr	SD	Medián	10.P.	90.P.	Max.	Min.
10,00–10,99	29	144,66	5,80	146,00	137,50	151,60	154,00	131,50
11,00–11,99	78	148,98	8,26	149,00	138,85	159,65	167,50	125,50
12,00–12,99	72	155,49	7,86	155,00	145,55	165,90	172,00	139,00
13,00–13,99	85	165,18	9,39	165,50	153,50	175,50	187,50	141,00
14,00–14,99	82	174,40	8,79	173,75	163,50	184,90	201,00	153,00

Dynamika růstu rozpětí paží, výšky bodu suprasternale a výšky bodu iliocristale se během puberty mění a pro zhodnocení proporcionality těchto dynamických změn byl stanoven

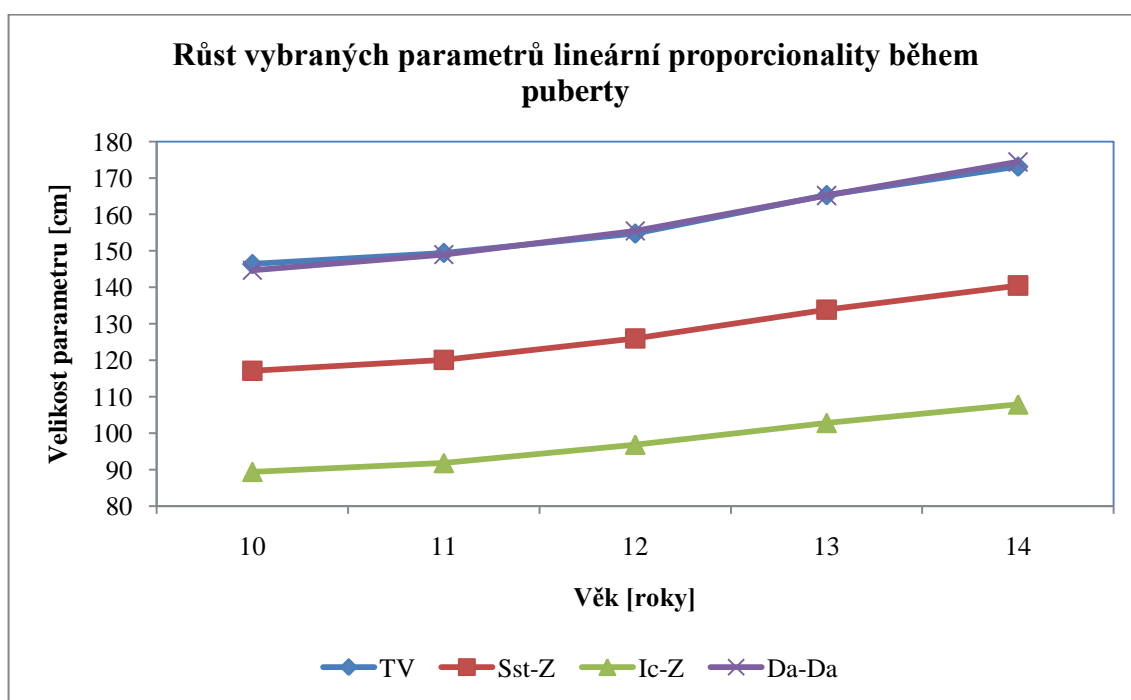


průměrný procentuální podíl rozpětí paží, výšky bodu suprasternale a výšky bodu iliocristale na celkové tělesné výšce v ročních věkových kategoriích. V klinické praxi je vždy nutno vztahovat sledované parametry k tělesné výšce či vůči sobě navzájem, protože absolutní hodnoty znaků informují pouze o tom, zda hodnota daného parametru roste či nikoliv.

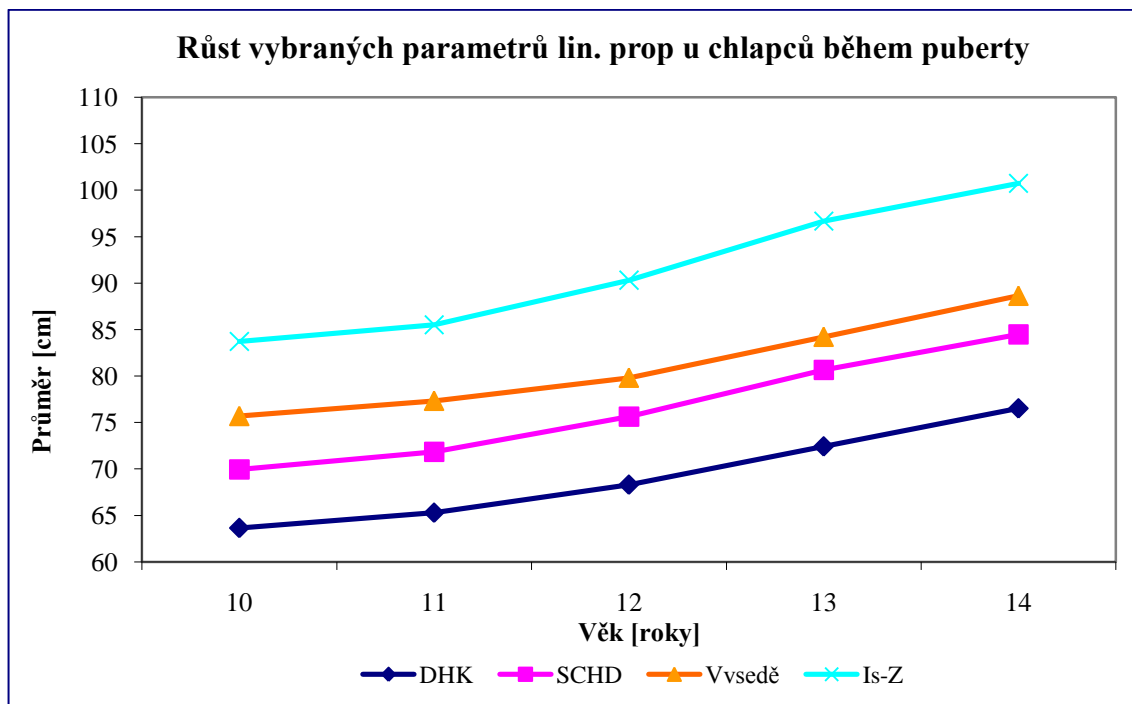
Vývoj sledovaných markerů je vzhledem k tělesné výšce proporcionální (Tab. 13.14). Ve věkové kategorii čtrnáctiletých byl zaznamenán mírně vyšší podíl růstu tělesné výšky vůči výšce bodu suprasternale a výšce bodu iliocristale, což zřejmě souvisí s vrcholem pubertální akcelerace tělesné výšky po třináctém roce (Sedlak et al., 2007). Proporcionalita rozpětí paží a tělesné výšky je téměř vyrovnaná, nejvíce u dvanáctiletých chlapců. Porovnáním průměrných hodnot indexu rozpětí paží a tělesné výšky s průměry indexu délky horní končetiny a tělesné výšky (Kap. 13.3.2.3) lze zaznamenat stejný trend vývoje.

**Tab. 13.14 – Průměrné hodnoty lineárních parametrů v % tělesné výšky**

Věkové kategorie	% tělesné výšky		
	Lineární parametry		
	Výška bodu suprasternale	Výška bodu iliocristale	Rozpětí paží
10,00–10,99	80,42	61,38	99,32
11,00–11,99	80,50	61,52	99,87
12,00–12,99	81,03	62,30	100,03
13,00–13,99	81,20	62,37	100,21
14,00–14,99	81,16	62,32	100,76



**Obr. 13.6 – Růst vybraných parametrů lineární proporcionality u chlapců během puberty (TV = tělesná výška, Sst-Z = výška bodu suprasternale, Ic-Z = výška bodu iliocristale, Da-Da = rozpětí paží)**



**Obr. 13.7 – Růst vybraných parametrů lineární proporcionality u chlapců během puberty (DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischialní délka, Vvsedě = výška vsedě, Is-Z = výška bodu iliospinale anterioris)**

### ***13.3 Zhodnocení charakteristik souboru pubertálních chlapců ve vztahu k populační normě***

Získaná data byla pro ověření reprezentativnosti porovnána se současnými referenčními standardy, které jsou obsaženy ve výsledcích VI. Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže 2001 (CAV 2001) (Vignerová et al., 2006) a ve studii Somatického vývoje současných českých dětí, z let 1997–2000 (Semilongitudinální studie) (Bláha et al., 2006). Na základě výsledků tohoto srovnání jsme provedli charakterizaci našeho souboru. Vzhledem k tomu, že chlapci ve věku deseti let byli již měřeni v rámci studie lineární proporcionality z let 2007–2008 (Kočová, 2008), a zde uvádím statistiky pro poměrně nízkou četnost těchto chlapců (kteří byli změřeni „navíc“ v rámci 6. tříd), doporučuji u nalezených signifikantních rozdílů porovnávaných parametrů považovat za validnější výsledky ze studie Kočové (2008), kde četnost desetiletých chlapců dosahuje významně vyšších hodnot.

#### **13.3.1 Srovnání s výsledky CAV 2001**

S výsledky CAV 2001 byla porovnána tělesná výška, tělesná hmotnost, BMI, obvod břicha a obvod gluteální. Tabulky s porovnáním průměrných hodnot obvodových rozměrů s referenčními daty CAV 2001 (Vignerová et al., 2006) jsou součástí přílohy na CD.

Porovnáním průměrných hodnot **tělesné výšky** byl shledán signifikantní rozdíl jen u čtrnáctiletých (Tab. 13.15). Chlapci našeho souboru jsou statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ) než referenční populace CAV 2001 (Vignerová et al., 2006). Vyšší tělesná výška těchto jedinců se promítá i do dalších výškových a délkových parametrů při srovnání se Semilongitudinální studií (Bláha et al., 2006) a neodráží tedy trend populace.

Stejně jako v případě tělesné výšky, i u průměrných hodnot **tělesné hmotnosti** byl nalezen signifikantní rozdíl jen ve věkové kategorii čtrnáctiletých (Tab. 13.16). Chlapci této věkové kategorie mají významně vyšší tělesnou hmotnost ( $p < 0,05$ ) oproti referenční populaci CAV 2001 (Vignerová et al., 2006).

Průměrné hodnoty **BMI** u chlapců naší studie mírně narůstají, ve vztahu k referenční populaci CAV 2001 (Vignerová et al., 2006) ale nebyly shledány signifikantní rozdíly v žádné věkové kategorii (Tab. 13.17).

**Tab. 13.15 – Porovnání tělesné výšky chlapců s CAV 2001 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			CAV 2001			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	1401	144,30	6,70	0,146745
11,00–11,99	78	149,17	7,46	1494	149,70	7,30	0,534551
12,00–12,99	72	155,44	7,12	1676	156,80	8,30	0,110477
13,00–13,99	85	164,86	8,77	1703	163,70	8,80	0,224433
14,00–14,99	82	173,11	8,17	1447	171,00	8,60	0,022014 *

**Tab. 13.16 – Porovnání tělesné hmotnosti chlapců s CAV 2001 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			CAV 2001			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	1403	37,50	7,80	0,860438
11,00–11,99	78	41,11	8,36	1495	41,30	9,00	0,839267
12,00–12,99	72	45,76	9,61	1675	47,00	10,40	0,277180
13,00–13,99	85	52,63	11,02	1704	52,40	11,00	0,849046
14,00–14,99	82	62,01	11,38	1446	58,80	10,70	0,012448 *

**Tab. 13.17 – Porovnání BMI chlapců s CAV 2001 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

BMI							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			CAV 2001			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	17,55	2,14	1401	17,90	2,90	0,382728
11,00–11,99	78	18,35	2,75	1494	18,30	3,00	0,872739
12,00–12,99	72	18,85	3,31	1675	19,00	3,10	0,694089
13,00–13,99	85	19,23	2,84	1703	19,40	3,00	0,579496
14,00–14,99	82	20,63	3,26	1446	20,00	2,80	0,081765

### 13.3.2 Srovnání se Semilongitudinální studií 1997–2000

Pro podání celkové charakteristiky souboru měřených chlapců bylo provedeno porovnání téměř všech měřených parametrů, vybraných indexů a projektivních měr se Semilongitudinální studií (Bláha et al., 2006). Věkové kategorie měřených chlapců byly pro srovnání s referenčními daty rozděleny do půlročních věkových intervalů. Z lineárních parametrů byla se standardy porovnána tělesná výška, výška bodu akromiale, výška bodu iliospinale anterius, výška bodu daktylion, výška vsedě a projektivní míry délka horní končetiny a subischální délka. Dále byla porovnána tělesná hmotnost a indexy tělesné hmotnosti (BMI, Rohrerův index). Z šířkových a obvodových rozměrů byly vybrány biakromiální a bikristální šířka, obvod hrudníku přes mesosternale, obvod břicha, obvod gluteální, obvod paže relaxované, střední obvod stehna a maximální obvod lýtky. Tabulky srovnání šířkových a obvodových parametrů našich chlapců s referenční populací (Bláha et al., 2006) jsou součástí přílohy na CD. Z indexů lineární proporcionality byly vybrány index výšky bodu iliospinale a tělesné výšky, index subischální délky a tělesné výšky, index výšky vsedě a tělesné výšky, index výšky bodu iliospinale a výšky

vsedě, index délky horní končetiny a tělesné výšky, index délky horní končetiny a subischialní délky, index horní končetiny a výšky vsedě, intermembrální index.

### 13.3.2.1 Parametry lineární tělesné proporcionality

Téměř všichni chlapci našeho souboru jsou srovnatelného vzrůstu s referenční populací Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). Pouze naši chlapci ve věkové kategorii 14,50–14,99 roku jsou statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ). V souladu s tím byla na 5% hladině významnosti shledána statisticky významná odlišnost u těchto jedinců i v dalších parametrech lineární proporcionality (výška bodu akromiale, výška bodu iliospinale anterius, subischialní délka a délka horní končetiny).

**Tab. 13.18 – Porovnání tělesné výšky pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	143,62	4,81	250	142,98	6,1	0,642466
10,50–10,99	16	147,29	4,33	317	145,43	6,12	0,106876
11,00–11,49	41	148,98	7,90	281	148,11	6,19	0,484559
11,50–11,99	37	149,39	7,04	259	150,64	6,47	0,286037
12,00–12,49	36	154,13	6,00	285	154,67	7,44	0,589384
12,50–12,99	36	156,76	7,96	306	157,84	7,98	0,421519
13,00–13,49	40	163,44	9,15	284	162,48	8,47	0,513250
13,50–13,99	45	166,14	8,32	226	165,87	8,90	0,831406
14,00–14,49	36	169,60	8,01	195	170,59	8,49	0,464562
14,50–14,99	46	175,85	7,27	160	173,46	7,88	0,030704 *

**Tab. 13.19 – Porovnání výšky bodu akromiale pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška bodu akromiale [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	116,09	4,79	250	114,85	5,41	0,367846
10,50–10,99	16	118,54	3,69	317	117,25	5,63	0,184057
11,00–11,49	41	120,23	7,05	281	119,76	5,68	0,673747
11,50–11,99	37	120,41	5,94	259	122,09	5,83	0,093592
12,00–12,49	36	125,37	5,46	285	125,71	6,73	0,710463
12,50–12,99	36	127,54	7,05	305	128,41	7,13	0,461729
13,00–13,49	40	133,53	7,32	284	132,61	7,38	0,430072
13,50–13,99	45	135,58	7,52	226	135,4	7,79	0,870083
14,00–14,49	36	138,24	8,00	195	139,43	7,70	0,378966
14,50–14,99	46	144,06	6,37	160	141,74	7,13	0,017377 *

Průměrné hodnoty výšky bodu daktylion se signifikantně liší jen ve věkové kategorii 14,00–14,49 roku. Průměrná výška bodu daktylion od země je u těchto chlapců významně nižší ( $p < 0,05$ ) vzhledem k referenčním standardům. Vyšší hodnota výšky bodu daktylion u chlapců ve věku 14,50–14,99 roku není při srovnání s referenční populací Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006) statisticky významná.

**Tab. 13.20 – Porovnání výšky bodu daktylion pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií**  
(\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )

Věkové kategorie	Výška bodu daktylion [cm]						
	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	53,05	3,11	249	53,22	3,05	0,850704
10,50–10,99	16	54,39	2,09	316	54,23	3,37	0,767523
11,00–11,49	41	54,72	3,87	280	55,33	3,24	0,318489
11,50–11,99	37	55,35	3,67	259	56,54	3,33	0,056090
12,00–12,49	36	57,61	2,99	284	58,26	3,57	0,197928
12,50–12,99	36	58,68	4,38	305	59,49	3,74	0,274940
13,00–13,49	40	61,91	4,13	284	61,55	3,93	0,587333
13,50–13,99	45	62,44	4,34	226	62,89	4,08	0,489972
14,00–14,49	36	63,12	4,38	195	64,74	4,10	0,032752 *
14,50–14,99	46	66,44	3,84	160	65,97	4,01	0,412133

V porovnání průměrných hodnot výšky bodu iliospinale anterius bylo zjištěno více signifikantních rozdílů. Statisticky významně vyšší průměrná hodnota výšky bodu iliospinale anterius byla shledána na 5% hladině významnosti u chlapců ve věku 13,00–13,49 roku a na 1% hladině významnosti ve věkových kategoriích 10,50–10,99 roku a 14,50–14,99 roku. U desetapůlletých je zřejmě důvodem nízká četnost probandů a náhodný výběr. U chlapců ve věku 14,50–14,99 roku je signifikantně vyšší průměrná hodnota výšky bodu iliospinale anterius v souladu s vyššími průměrnými hodnotami u ostatních lineárních parametrů.

**Tab. 13.21 – Porovnání výšky bodu iliospinale antierius pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška bodu iliospinale antierius [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	81,90	3,13	249	80,76	4,51	0,213848
10,50–10,99	16	85,21	3,10	317	82,49	4,51	0,003190 **
11,00–11,49	41	85,12	5,67	281	84,34	4,45	0,385313
11,50–11,99	37	85,97	4,99	259	86,10	4,57	0,872708
12,00–12,49	36	89,48	5,34	285	88,80	5,13	0,447861
12,50–12,99	36	91,15	5,26	306	90,82	5,45	0,706434
13,00–13,49	40	95,97	6,55	284	93,61	5,61	0,028248 *
13,50–13,99	45	97,30	5,82	226	95,69	5,68	0,069855
14,00–14,49	36	98,93	6,25	195	98,37	5,60	0,595746
14,50–14,99	46	102,17	5,62	160	99,72	5,20	0,004979 **

Porovnáním průměrných hodnot výšky vsedě nebyl shledán žádný signifikantní rozdíl mezi naším souborem a referenční populací Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006).

**Tab. 13.22 – Porovnání výšky vsedě u pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška vsedě [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	74,63	2,01	250	75,17	2,88	0,352624
10,50–10,99	16	76,55	2,40	317	76,07	2,93	0,436250
11,00–11,49	41	77,35	3,56	281	77,22	3,13	0,821355
11,50–11,99	37	77,30	3,22	259	78,17	3,15	0,110105
12,00–12,49	36	79,12	3,32	284	79,81	3,73	0,222210
12,50–12,99	36	80,50	3,83	306	81,16	4,02	0,310774
13,00–13,49	40	83,53	4,56	284	83,41	4,31	0,868612
13,50–13,99	45	84,83	4,62	226	85,14	4,72	0,653860
14,00–14,49	36	86,70	3,74	195	87,69	4,62	0,121401
14,50–14,99	46	90,15	3,84	160	89,55	4,5	0,296479

Chlapci ve věku 10,50–10,99 roku mají na 5% hladině významnosti signifikantně vyšší subischální délku (důvodem však může být nízká četnost probandů této půlroční věkové kategorie). V souladu s celkově vyšším vzrůstem byly u čtrnáctapůletých chlapců nalezeny signifikantně vyšší průměrné hodnoty subischální délky ( $p < 0,01$ ) a délky horní končetiny ( $p < 0,01$ ) oproti hodnotám referenčních průměrů.

**Tab. 13.23 – Porovnání subischiální délky u pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Subischiální délka [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	68,98	3,24	250	67,81	3,93	0,215189
10,50–10,99	16	70,74	2,47	317	69,36	3,94	0,041256 *
11,00–11,49	41	71,63	4,68	281	70,89	3,88	0,314771
11,50–11,99	37	72,08	4,22	259	72,47	4,06	0,581105
12,00–12,49	36	75,00	3,17	284	74,86	4,37	0,788742
12,50–12,99	36	76,26	4,78	306	76,68	4,64	0,599768
13,00–13,49	40	79,91	5,03	284	79,07	4,83	0,300353
13,50–13,99	45	81,31	4,29	226	80,72	4,99	0,363769
14,00–14,49	36	82,90	4,83	195	82,9	4,91	0,997265
14,50–14,99	46	85,70	4,08	160	83,91	4,65	0,004663 **

**Tab. 13.24 – Porovnání délky horní končetiny u pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Délka horní končetiny [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	63,04	2,48	249	61,64	3,09	0,064808
10,50–10,99	16	64,15	2,56	316	63,02	3,04	0,098012
11,00–11,49	41	65,51	3,65	280	64,44	3,21	0,068236
11,50–11,99	37	65,06	3,03	259	64,54	3,27	0,304442
12,00–12,49	36	67,76	3,64	284	67,34	3,75	0,489525
12,50–12,99	36	68,86	3,44	305	68,93	4,06	0,897353
13,00–13,49	40	71,63	4,18	284	71,06	4,2	0,397846
13,50–13,99	45	73,14	4,01	226	72,5	4,38	0,286435
14,00–14,49	36	75,13	4,42	195	74,7	4,32	0,567981
14,50–14,99	46	77,62	3,61	160	75,76	3,92	0,001082 **

### 13.3.2.2 Tělesná hmotnost a indexy tělesné hmotnosti

Hmotnostně-výšková proporcionalita vyjadřuje vztah tělesné hmotnosti k tělesné výšce. K posouzení vývoje hmotnostních parametrů byl zvolen nejčastěji používaný Body Mass Index (BMI) a Rohrerův index, který dobře koreluje se změnami růstové dynamiky v jednotlivých periodách dětského vývoje.

Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti, BMI a Rohrerova indexu jsou u chlapců naší studie vyšší oproti referenčním průměrům semilongitudinální studie z 90. let (Bláha et al., 2006). Výjimku tvoří chlapci ve věkové kategorii 11,50–11,99 roku, kteří mají mírně nižší tělesnou hmotnost při porovnání s referenční populací (Tab. 13.25). Statisticky významně vyšší tělesnou hmotnost mají chlapci ve věkové kategorii 14,50–14,99 roku ( $p < 0,001$ ), v souladu s jejich signifikantně vyšší tělesnou výškou. Signifikantní byly u čtrnáctapůlletých chlapců naší studie i vyšší



průměrné hodnoty BMI ( $p < 0,01$ ) a Rohrerova indexu ( $p < 0,05$ ). Ve věkové kategorii 11,00–11,49 roku byla také zjištěna významně vyšší hodnota tělesné hmotnosti našich chlapců a tedy i signifikantně vyšší průměrné hodnoty BMI ( $p < 0,01$ ) a Rohrerova indexu ( $p < 0,05$ ). Statisticky významně vyšší průměry Rohrerova indexu a BMI mají na 5% hladině významnosti chlapci ve věkové kategorii 12,50–12,99 roku.

**Tab. 13.25 – Porovnání tělesné hmotnosti pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	35,42	5,72	250	35,02	6,53	0,803783
10,50–10,99	16	38,86	5,06	317	36,5	7,26	0,082209
11,00–11,49	41	41,10	9,24	281	38,49	7,63	0,019715 *
11,50–11,99	37	40,12	7,23	259	40,22	8,11	0,936262
12,00–12,49	36	43,80	9,89	285	43,43	9,52	0,825071
12,50–12,99	36	47,72	9,03	306	45,73	9,14	0,194162
13,00–13,49	40	50,80	9,52	284	49,35	9,30	0,341396
13,50–13,99	45	54,25	12,07	226	52,14	10,19	0,246684
14,00–14,49	36	57,67	11,04	195	56,91	10,54	0,681291
14,50–14,99	46	65,41	10,56	160	59,84	10,58	0,000843 ***

**Tab. 13.26 – Porovnání rohrerova indexu pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Rohrerův index							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	1,19	0,17	250	1,19	0,16	0,934091
10,50–10,99	16	1,21	0,13	316	1,18	0,18	0,304240
11,00–11,49	41	1,26	0,19	281	1,18	0,16	0,010453 *
11,50–11,99	37	1,20	0,16	257	1,17	0,17	0,275297
12,00–12,49	36	1,19	0,20	285	1,16	0,17	0,423722
12,50–12,99	36	1,24	0,22	306	1,16	0,16	0,036654 *
13,00–13,49	40	1,16	0,17	284	1,15	0,16	0,664834
13,50–13,99	45	1,17	0,16	226	1,14	0,15	0,185728
14,00–14,49	36	1,18	0,23	195	1,14	0,16	0,251572
14,50–14,99	46	1,20	0,17	159	1,14	0,17	0,016960 *

**Tab. 13.27 – Porovnání BMI pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

<b>BMI</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Semilongitudinální studie 1997–2000</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,49	13	17,14	2,41	250	17,04	2,36	0,885647
10,50–10,99	16	17,88	1,91	316	17,18	2,67	0,163728
11,00–11,49	41	18,76	3,00	281	17,45	2,59	0,007725 **
11,50–11,99	37	17,89	2,40	257	17,62	2,70	0,495962
12,00–12,49	36	18,32	3,39	285	18,02	2,83	0,596225
12,50–12,99	36	19,37	3,18	306	18,24	2,68	0,040358 *
13,00–13,49	40	18,94	2,66	284	18,59	2,57	0,411925
13,50–13,99	45	19,49	3,00	226	18,82	2,58	0,143286
14,00–14,49	36	20,03	3,64	195	19,46	2,76	0,352061
14,50–14,99	46	21,10	2,87	159	19,82	2,87	0,004019 **

### 13.3.2.3 Indexy lineární tělesné proporcionality

Změny proporcí těla během ontogeneze mnohem lépe než absolutní hodnoty somatických parametrů postihují indexy lineární proporcionality, tedy relativní hodnoty znaků. Hodnocení tělesné proporcionality pomocí indexů se uplatňuje především v období puberty, kdy je nutno přihlížet spíše k tělesné výšce než k chronologickému věku (kvůli fyziologické variabilitě v nástupu pubertálních změn).

Průměrné hodnoty **indexu výšky vsedě a tělesné výšky** jsou ve všech kategoriích mírně nižší než u dat semilongitudinální studie z konce 90. let. Hodnoty indexu do čtrnácti let věku celkově klesají, což dokládá intenzivnější růst tělesné výšky. Od čtrnácti let se poměr růstu obrací a intenzivněji roste výška vsedě. Toto zjištění odpovídá růstové dynamice tělesné výšky a výšky vsedě, kdy maximum pubertální akcelerace tělesné výšky nastává u chlapců ve 13,3 roku a výška vsedě dosahuje maximální růstové rychlosti až těsně před 14. rokem (tedy o více než 0,6 roku po pubertálním vrcholu tělesné výšky) (Sedlak et al., 2007). Signifikantně nižší průměrné hodnoty indexu výšky vsedě a tělesné výšky byly nalezeny u chlapců ve věku 10,00–10,49 roku a 12,00–12,49 roku ( $p < 0,05$ ). Porovnáním konkrétních hodnot parametrů (které tento index tvoří) s normativními daty (Bláha et al., 2006), byla u desetiletých zjištěna nižší průměrná hodnota výšky vsedě a vyšší hodnota tělesné výšky oproti referenční populaci (Bláha et al., 2006). Z hlediska růstové dynamiky začíná pubertální urychlení výšky vsedě i tělesné výšky v průměru v 10 letech, avšak průměrné přírůstky růstové rychlosti výšky vsedě jsou proporcionálně nižší než u tělesné výšky (Sedlak et al., 2007), což odpovídá výsledné hodnotě tohoto indexu. U dvanáctiletých byly porovnáním s referenčními daty zjištěny mírně nižší hodnoty parametrů výška vsedě a tělesná výška a výsledná hodnota indexu tedy byla také nižší. U čtrnáctapětiletých chlapců byly nižší průměrné hodnoty indexu výšky vsedě a tělesné výšky

vysoce signifikantní ( $p < 0,01$ ), protože tito chlapci byli zároveň signifikantně vyššího vzrůstu oproti referenční populaci a také jejich výška vsedě byla proporcionálně zvýšená (od referenčních dat se ale statisticky významně nelišila).

**Tab. 13.28 – Porovnání indexu výšky vsedě a tělesné výšky se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Index výšky vsedě a tělesné výšky							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	51,98	0,90	250	52,60	1,19	0,028778 *
10,50–10,99	16	51,98	0,77	317	52,33	1,18	0,085666
11,00–11,49	41	51,94	0,93	281	52,16	1,18	0,143345
11,50–11,99	37	51,77	0,92	259	51,91	1,14	0,353341
12,00–12,49	36	51,34	0,80	284	51,61	1,07	0,047123 *
12,50–12,99	36	51,37	1,12	306	51,43	1,11	0,764103
13,00–13,49	40	51,12	0,89	284	51,35	1,09	0,110159
13,50–13,99	45	51,06	0,96	226	51,34	1,18	0,054920
14,00–14,49	36	51,14	0,98	195	51,41	1,27	0,103703
14,50–14,99	46	51,27	0,90	160	51,63	1,33	0,009325 **

Průměrné hodnoty **indexu subischiální délky a tělesné výšky** jsou ve všech kategoriích chlapců vyšší vzhledem k referenčním průměrům Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). Dolní segment tedy vykazuje intenzivnější růst oproti tělesné výšce vzhledem k referenční populaci. Celkově průměrné hodnoty tohoto indexu rostou do čtrnácti let (s největší průměrnou hodnotou a tedy i relativně nejdelším dolním segmentem vzhledem k tělesné výšce ve věkové kategorii 13,50–13,99 roku). Od čtrnácti let věku začne intenzivněji růst tělesná výška oproti subischiální délce dolních končetin. Stejný trend byl zaznamenán i u Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). Signifikantně vyšší průměrná hodnota indexu byla nalezena opět u chlapců ve věku 14,50–14,99 roku ( $p < 0,01$ ). Tito chlapci jsou signifikantně vyššího vzrůstu ( $p < 0,05$ ) a mají také statisticky vysoce významně vyšší průměrnou hodnotu subischiální délky ( $p < 0,01$ ). Signifikantně vyšší průměrná hodnota indexu subischiální délky a tělesné výšky byla shledána také u chlapců ve věku 10,00–10,49 roku a 12,00–12,49 roku ( $p < 0,05$ ). Důvodem vyšší průměrné hodnoty tohoto indexu u desetiletých byl větší podíl růstu subischiální délky na tělesné výšce, která byla také vyšší vzhledem k referenční populaci. Dvanáctiletí měli při porovnání konkrétních hodnot s normativními daty průměrnou subischiální délku vyšší a současně byli mírně menšího vzrůstu. Tento fakt vysvětluje růstová dynamika daných parametrů, kdy subischiální délka dosahuje vrcholu růstové rychlosti v průměru ve 12,8 roku a PHV (vrchol růstové rychlosti) tělesné výšky nastává až po třináctém roce (Sedlak et al., 2007). Subischiální délka tedy roste u chlapců do třinácti let více než tělesná výška (Bláha et al., 2006).

**Tab. 13.29 – Porovnání indexu subischialní délky a TV se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

<b>Index subischialní délky a tělesné výšky</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Semilongitudinální studie 1997–2000</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,49	13	48,02	0,90	250	47,40	1,19	0,028778 *
10,50–10,99	16	48,02	0,77	317	47,67	1,18	0,085666
11,00–11,49	41	48,06	0,93	281	47,84	1,18	0,143345
11,50–11,99	37	48,23	0,92	259	48,09	1,14	0,353341
12,00–12,49	36	48,66	0,80	284	48,39	1,07	0,047123 *
12,50–12,99	36	48,63	1,12	306	48,57	1,11	0,764103
13,00–13,49	40	48,88	0,89	284	48,65	1,09	0,110159
13,50–13,99	45	48,94	0,96	226	48,66	1,18	0,054920
14,00–14,49	36	48,86	0,98	195	48,59	1,27	0,103703
14,50–14,99	46	48,73	0,90	160	48,37	1,33	0,009325 **

Průměrné hodnoty **indexu výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky** jsou u chlapců naší studie vyšší než u referenční populace Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). Významně vyšší jsou tyto hodnoty na 5% hladině významnosti u obou kategorií čtrnáctiletých chlapců a vysoce významně ( $p < 0,01$ ) u kategorií 10,50–10,99 roku, 12,50–12,99 roku a u všech třináctiletých chlapců. Důvodem je vyšší tělesná výška a signifikantně vyšší výška bodu iliospinale anterius u těchto chlapců při porovnání s referenční populací. Pouze u jedinců ve věku 12,50–12,99 roku a 14,00–14,49 roku byla shledána nižší průměrná tělesná výška a zároveň vyšší průměrná výška bodu iliospinale anterius oproti referenčním hodnotám. Vyšší průměry indexu výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky korelují do 13,50 roku s intenzivnějším růstem výšky bodu iliospinale anterius oproti tělesné výšce. Maximální průměrná hodnota tohoto indexu byla zaznamenána v kategorii 13,00–13,49 roku, kdy jsou dolní končetiny vzhledem k výšce těla u chlapců relativně nejdelší. V Semilongitudinální studii (Bláha et al., 2006) byla nejvyšší hodnota tohoto indexu zaznamenána také u třináctiletých chlapců, avšak v kategorii 13,50–13,99 roku. Dále je patrný pokles indexových hodnot, daný intenzivnějším růstem tělesné výšky (Bláha et al., 2006), v souladu s růstovou dynamikou tělesné výšky (Sedlak et al., 2007).

**Tab. 13.30 – Porovnání indexu výšky bodu iliospinale a tělesné výšky se Semilongitudinální studií**  
 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )

Index výšky bodu iliospinale antierius a tělesné výšky							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	57,03	1,25	249	56,47	1,32	0,132056
10,50–10,99	16	57,85	1,27	317	56,70	1,28	0,002523 **
11,00–11,49	41	57,11	1,69	281	56,92	1,19	0,467100
11,50–11,99	37	57,53	1,36	259	57,14	1,17	0,090037
12,00–12,49	36	58,03	1,94	285	57,40	1,17	0,059183
12,50–12,99	36	58,14	1,34	306	57,52	1,16	0,008875 **
13,00–13,49	40	58,72	2,30	284	57,60	1,20	0,003691 **
13,50–13,99	45	58,56	1,72	226	57,68	1,22	0,001314 **
14,00–14,49	36	58,31	1,81	195	57,66	1,26	0,038506 *
14,50–14,99	46	58,09	1,70	160	57,48	1,25	0,019580 *

Průměrné hodnoty **indexu výšky bodu iliospinale antierius a výšky vsedě** jsou také ve všech kategoriích chlapců naší studie vyšší. Výška bodu iliospinale antierius roste do 13,50 roku intenzivněji než výška vsedě, pak se trend obrací a více roste výška vsedě. V Semilongitudinální studii je pokles indexových hodnot patrný až od čtrnácti let věku (Bláha et al., 2006). Signifikantně vyšší průměry tohoto indexu mají všichni chlapci naší studie, s výjimkou dvanáctapůlletých a obou kategorií jedenáctiletých chlapců. Signifikance jsou vyznačeny v Tab. 13.31. Důvodem statisticky významně vyšších hodnot indexu výšky bodu iliospinale antierius a výšky vsedě v těchto věkových kategoriích byly vyšší průměrné hodnoty výšky bodu iliospinale antierius a nižší hodnoty výšky vsedě vzhledem k normativním datům Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). U chlapců s vyšší průměrnou hodnotou výšky vsedě byla současně zjištěna statisticky významně vyšší hodnota výšky bodu iliospinale antierius oproti referenčním datům a indexová průměrná hodnota tedy byla také vyšší oproti referenční populaci.

**Tab. 13.31 – Porovnání indexu výšky bodu iliospinale a výšky vsedě se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Index výšky bodu iliospinale anterius a výšky vsedě							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	109,74	2,88	249	107,46	4,50	0,014507 *
10,50–10,99	16	111,32	2,69	317	108,44	4,45	0,000647 ***
11,00–11,49	41	110,00	4,25	280	109,26	4,35	0,268511
11,50–11,99	37	111,18	3,84	259	110,16	4,29	0,114588
12,00–12,49	36	113,09	4,73	284	111,29	4,27	0,028445 *
12,50–12,99	36	113,24	4,09	306	111,92	4,22	0,061036
13,00–13,49	40	114,93	5,48	284	112,26	4,36	0,003801 **
13,50–13,99	45	114,75	4,22	226	112,45	4,59	0,000691 ***
14,00–14,49	36	114,09	4,80	195	112,26	4,92	0,028373 *
14,50–14,99	46	113,35	4,35	160	111,46	5,01	0,005115 **

V případě **intermembrálního indexu**, který hodnotí poměr délky horní končetiny a výšky bodu iliospinale anterius, byl nalezen statisticky významný rozdíl ( $p < 0,05$ ) ve věkové kategorii 10,50–10,99 roku a 13,00–13,49 roku. Porovnáním parametrů tohoto indexu s referenčními daty byly v těchto věkových kategoriích nalezeny vyšší průměrné hodnoty délky horní končetiny a statisticky významně vyšší průměry výšky bodu iliospinale anterius. Průměrná hodnota indexu v daných dvou věkových kategoriích tedy byla signifikantně nižší oproti referenční populaci.

**Tab. 13.32 – Porovnání intermembrálního indexu se Semilongitudinální studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Intermembrální index							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	77,02	3,04	248	76,36	2,19	0,446507
10,50–10,99	16	75,30	1,95	316	76,46	2,16	0,031213 *
11,00–11,49	41	77,05	2,65	280	76,44	1,95	0,146225
11,50–11,99	37	75,78	2,90	259	76,16	1,94	0,431223
12,00–12,49	36	75,84	3,60	284	75,94	2,04	0,862971
12,50–12,99	36	75,60	2,18	305	75,92	1,95	0,386379
13,00–13,49	40	74,73	2,88	284	75,95	2,05	0,010783 *
13,50–13,99	45	75,25	3,00	226	75,79	2,05	0,234663
14,00–14,49	36	76,01	2,97	195	75,96	2,12	0,922084
14,50–14,99	46	76,05	2,77	160	76,00	1,94	0,899069

Pro **index délky horní končetiny a subischální délky** nebyl na zvolených hladinách významnosti nalezen signifikantní rozdíl v žádné věkové kategorii. Pokles indexových hodnot lze zaznamenat mezi 11,50–13,49 roku, kdy roste intenzivněji subischální délka, v souladu s její růstovou dynamikou (Sedlak et al., 2007). Průměrné referenční hodnoty tohoto indexu

klesají až do věku 13,99 roku, kdy se trend obrací a dále intenzivněji roste délka horní končetiny. Porovnáním indexových hodnot u desetiletých a čtrnáctiletých chlapců v naší i Semilongitudinální studii (Bláha et al., 2006) lze konstatovat, že horní končetina se v daném období vůči subischialní délce dolních končetin relativně zkrátila.

**Tab. 13.33 – Porovnání indexu délky horní končetiny a subischialní délky se Semilongitudinální studií**  
(\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )

Index délky horní končetiny a subischialní délky							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	91,47	3,28	249	90,98	2,86	0,603850
10,50–10,99	16	90,72	3,04	316	90,95	2,91	0,766650
11,00–11,49	41	91,54	2,69	280	90,96	2,76	0,176399
11,50–11,99	37	90,37	3,36	259	90,51	2,57	0,806702
12,00–12,49	36	90,35	2,92	283	90,09	2,71	0,602584
12,50–12,99	36	90,41	3,26	305	89,93	2,63	0,379952
13,00–13,49	40	89,72	3,10	284	89,93	2,56	0,665581
13,50–13,99	45	90,01	3,32	226	89,86	2,74	0,760917
14,00–14,49	36	90,66	3,09	195	90,16	3,04	0,335815
14,50–14,99	46	90,62	3,10	160	90,35	2,94	0,552156

Průměrné hodnoty **indexu délky horní končetiny a tělesné výšky** jsou ve všech kategoriích našich chlapců vyšší než průměrné hodnoty normativních dat Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). Signifikantně vyšší jsou tyto hodnoty v půlročních věkových kategoriích desetiletých a čtrnáctiletých chlapců ( $p < 0,05$ ) a u jedenáctiletých a čtrnáctapůlletých chlapců ( $p < 0,01$ ). Příčinou statisticky významně vyšších hodnot jsou vyšší průměrné hodnoty tělesné výšky i délky horní končetiny u chlapců našeho souboru. Z výsledných indexových hodnot lze vyčíst, že růst délky horní končetiny a tělesné výšky je v daném období poměrně vyrovnaný. Důvodem je shodná dynamika růstu těchto lineárních markerů v pubertálním období (Sedlak et al., 2007).

**Tab. 13.34 – Porovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky se Semilongitudinální studií**  
 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )

Index délky horní končetiny a tělesné výšky							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	43,90	1,02	249	43,10	1,09	0,015385 *
10,50–10,99	16	43,55	1,18	316	43,33	1,09	0,456907
11,00–11,49	41	43,97	0,96	280	43,50	1,08	0,002877 **
11,50–11,99	37	43,57	1,26	259	43,51	1,04	0,773492
12,00–12,49	36	43,96	1,38	284	43,58	1,10	0,108443
12,50–12,99	36	43,94	1,15	305	43,66	1,04	0,153437
13,00–13,49	40	43,84	1,40	284	43,73	1,06	0,615134
13,50–13,99	45	44,04	1,31	226	43,71	1,07	0,102005
14,00–14,49	36	44,29	1,35	195	43,78	1,19	0,031287 *
14,50–14,99	46	44,14	1,088	160	43,68	1,09	0,006010 **

Také v případě **indexu délky horní končetiny a výšky vsedě** byly zjištěny vyšší průměrné hodnoty našich chlapců oproti referenční populaci. Na 5% hladině významnosti byly statisticky významně vyšší hodnoty tohoto indexu zjištěny u našich chlapců ve věku 12,00–12,49 roku, 13,50–13,99 roku, 14,00–14,49 roku. Na 1% hladině významnosti u kategorií 11,00–11,49 roku a nejvíce signifikantní byly tyto hodnoty u chlapců ve věku 10,00–10,49 roku a 14,50–14,99 roku ( $p < 0,001$ ). Důvodem vyšších hodnot tohoto indexu u chlapců našeho souboru je mírně větší průměrná délka horní končetiny a současně menší průměrná výška vsedě. Signifikantně větší byla průměrná délka horní končetiny pouze u našich čtrnáctapůlletých chlapců, v souladu s jejich signifikantně vyšším vzrůstem. U jedenáctiletých a čtrnáctapůlletých byly porovnáním s normativními daty (Bláha et al., 2006) zjištěny vedle větší délky horní končetiny nevýznamně vyšší hodnoty výšky vsedě, což u nich koreluje s výslednou statisticky vysoce významnou hodnotou tohoto indexu. Posouzením vývoje průměrných hodnot indexu délky horní končetiny a výšky vsedě u obou porovnávaných studií lze usoudit, že intenzita růstu délky horní končetiny je do věku 14,50 roku větší než intenzita růstu výšky vsedě, poté se však trend obrací a více roste výška vsedě.



**Tab. 13.35 – Porovnání indexu délky horní končetiny a výšky vsedě se Semilongitudinální studií**  
 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )

Index délky horní končetiny a výšky vsedě							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Semilongitudinální studie 1997–2000			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	84,45	1,84	249	82,00	3,06	0,000429 ***
10,50–10,99	16	83,81	2,43	316	82,86	3,06	0,138423
11,00–11,49	41	84,68	2,36	280	83,45	3,14	0,001748 **
11,50–11,99	37	84,18	2,62	259	83,86	3,09	0,458244
12,00–12,49	36	85,66	3,22	283	84,47	3,03	0,033925 *
12,50–12,99	36	85,57	2,79	305	84,93	2,98	0,179877
13,00–13,49	40	85,79	3,27	284	85,22	3,07	0,274798
13,50–13,99	45	86,27	2,91	226	85,19	3,13	0,016526 *
14,00–14,49	36	86,64	3,32	195	85,23	3,42	0,015320 *
14,50–14,99	46	86,12	2,29	160	84,66	3,36	0,000086 ***

### 13.3.3 Diskuze

Soubor chlapců ve věku 10,00–14,99 roku je reprezentativní. Chlapci jsou průměrného vzrůstu s proporcionální tělesnou stavbou. Pouze chlapci věkové kategorie 14,50–14,99 roku jsou významně vyššího vzrůstu s proporcionálně vyššími průměrnými hodnotami délky končetin oproti referenční populaci Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006).

Porovnáním lineárních parametrů, projektivních měr a indexů s populačně specifickou normou Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006) bylo možno zhodnotit změny lineární tělesné proporcionality u pubertálních chlapců našeho souboru. Posouzením vzájemného poměru lineárních parametrů bylo ověřeno, že změny tělesné proporcionality odpovídají růstové dynamice jednotlivých částí těla.

### 13.4 Proporcionalita horního a dolního segmentu postavy

V rámci lineární tělesné proporcionality se hodnotí vztah horního (výška vsedě) a dolního (subischialní délka) segmentu těla. Posouzením těchto markerů lze v klinické praxi odhalit případné patologické růstové změny. K výpočtu SD-skóre výšky vsedě a subischialní délky pubertálních chlapců byly použity referenční hodnoty Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006).

U plně proporcionálních postav je rozdíl SD-skóre subischialní délky a výšky vsedě nulový (Bouchalová, 1987). Míra disproportionality horního a dolního segmentu těla vzrůstá se zvyšujícím se rozdílem od nuly. Průměrné rozdíly SD-skóre subischialní délky a výšky vsedě v jednotlivých věkových kategoriích jsou zaznamenány v Tab. 13.36. Největší hodnota tohoto rozdílu byla nalezena u desetiletých chlapců. Důvodem je jejich signifikantně vyšší průměrná subischialní délka vzhledem k referenční populaci z konce 90. let (Bláha et al., 2006) a zároveň srovnatelná výška vsedě při porovnání se stejným zdrojem normativních dat. Je však také nutno zohlednit nižší četnost probandů v této věkové kategorii a náhodný populační výběr. Vyšší míra disproportionality horního a dolního segmentu u čtrnáctiletých chlapců je v souladu s dynamikou pubertální růstové akcelerace (Sedlak et al., 2007). Závěrem lze říci, že velmi nízké hodnoty rozdílů SD-skóre parametrů vertikální proporcionality ve všech věkových skupinách vypovídají o proporcionální tělesné stavbě chlapců této studie.

Tab. 13.36 – Průměrné hodnoty rozdílu SD-skóre dolního a horního segmentu těla

Průměrný rozdíl SD-skóre subischialní délky a výšky vsedě		
Věkové kategorie	N	Průměr
10,00–10,99	29	0,32
11,00–11,99	78	0,17
12,00–12,99	72	0,14
13,00–13,99	85	0,17
14,00–14,99	82	0,24
	346	

Vertikální proporcionalitu lze také posuzovat podle vzájemné relace horního a dolního segmentu těla (index subischialní délky a výšky vsedě) a podle indexů k tělesné výšce (index subischialní délky/TV, index výšky vsedě/TV). Index subischialní délky a výšky vsedě není součástí normativních dat současné populace, proto jsou zde uvedeny jeho popisné statistiky k možnému dalšímu využití. Průměrné hodnoty tohoto indexu u desetiletých jsou však zde vzhledem k nízké četnosti pouze informativní. Z průměrných hodnot indexu lze vyčíst, že ve věku 10,00–11,99 roku je růst subischialní délky a výšky vsedě téměř proporcionální, ve dvanácti letech je však již patrný intenzivnější růst subischialní délky a od čtrnácti let je

naopak výraznější trend růstu výšky vsedě oproti subischiální délce. Tato zjištění odpovídají růstové dynamice výšky vsedě a subischiální délky (Sedlak et al., 2007).

**Tab. 13.37 – Popisné statistiky indexu subischiální délky a výšky vsedě**

<b>Index subischiální délky a výšky vsedě [%]</b>								
<b>Věkové kategorie</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>Medián</b>	<b>10.P.</b>	<b>90.P.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>
10,00–10,99	29	92,43	2,97	93,29	87,34	95,40	96,03	85,39
11,00–11,99	78	92,89	3,41	93,51	88,02	96,94	99,75	84,17
12,00–12,99	72	94,79	3,64	95,12	89,59	99,71	101,09	87,34
13,00–13,99	85	95,81	3,56	95,79	91,40	100,92	101,37	88,86
14,00–14,99	82	95,33	3,53	95,47	90,37	99,64	100,46	88,03

### 13.5 Proporcionalita rozpětí paží a tělesné výšky

Vedle délky horního a dolního segmentu jsou nejčastěji porovnávanými znaky lineární proporcionality tělesná výška a rozpětí paží. Rozdíl rozpětí paží a tělesné výšky, který nepřesahuje  $\pm 5$  cm, je v klinické praxi považován za proporcionalní. Ve všech věkových kategoriích se vyskytli chlapci s rozdílem rozpětí paží a tělesné výšky větším než  $\pm 5$  cm. Výrazně vyšší procento chlapců s tímto rozdílem větším než  $\pm 5$  cm bylo zjištěno ve věkové kategorii třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců. Ačkoliv růst délky horní končetiny u chlapců přesně kopíruje růstovou dynamiku tělesné výšky (Sedlak et al., 2007), je možným vysvětlením vyšší hodnoty tohoto rozdílu přechodná disproporcionalita, daná rozdílnou růstovou dynamikou hrudníku, která se do přímého měření rozpětí paží promítá.

**Tab. 13.38 – Procentuální podíl chlapců s rozdílem rozpětí paží a tělesné výšky větším než  $\pm 5$  cm**

<b>Rozdíl rozpětí paží a tělesné výšky větší než <math>\pm 5</math> cm</b>		
<b>Věkové kategorie</b>	<b>N</b>	<b>(Da-Da) – TV [%]</b>
10,00–10,99	29	13,79
11,00–11,99	78	14,10
12,00–12,99	72	9,72
13,00–13,99	85	17,65
14,00–14,99	82	21,95
	346	

Hodnocení proporcionality rozpětí paží vzhledem k tělesné výšce jedince lze vyjádřit také pomocí indexu rozpětí paží a tělesné výšky. U desetiletých chlapců jsou hodnoty tohoto indexu pouze informativní (nízká četnost probandů) a nelze je tedy doporučit jako normativní data. Vzhledem k tomu, že index rozpětí paží a tělesné výšky není součástí normativních studií naší populace, uvádím v Tab. 13.39 popisné statistiky tohoto indexu. Z průměrných hodnot indexu vyplývá, že hodnoty rozpětí paží a tělesné výšky jsou téměř vyrovnané, nejvíce u dvanáctiletých chlapců. Mírně větší podíl růstu rozpětí paží u třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců zřejmě odpovídá většímu rozvoji šířky hrudníku těchto jedinců, který se do tohoto parametru promítá. To bylo doloženo i v případě kazuistiky chlapce urychleného ve vývoji (Kap. 13.10.3).

**Tab. 13.39 – Popisné statistiky indexu rozpětí paží a tělesné výšky**

<b>Index rozpětí paží a tělesné výšky [%]</b>								
<b>Věkové kategorie</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>Medián</b>	<b>10.P.</b>	<b>90.P.</b>	<b>Max.</b>	<b>Min.</b>
10,00–10,99	29	99,32	2,28	99,40	96,53	102,17	102,67	94,13
11,00–11,99	78	99,87	2,45	99,46	97,13	103,20	106,76	95,14
12,00–12,99	72	100,03	2,17	100,00	97,32	102,43	106,88	94,88
13,00–13,99	85	100,21	2,58	99,94	97,34	103,01	112,68	95,32
14,00–14,99	82	100,76	2,29	100,36	98,51	103,58	107,17	94,96

### 13.5.1 Diskuze

Somatometrické parametry mohou být v klinické praxi nápomocny při diagnostice řady onemocnění. Posouzení parametrů vertikální proporcionality je možno provést rozdílem SD-skóre subischiální délky a výšky vsedě a také vzájemnou relací těchto markerů. Popisné statistiky indexu subischiální délky a výšky vsedě a rozpětí paží a tělesné výšky nejsou součástí referenčních standardů a byly tedy sestaveny na základě dat této studie pro možnost dalšího využití.

### **13.6 Srovnání s dalšími studiemi**

Výrazné změny v růstu a vývoji po sobě následujících generací lidských populací na stejném území charakterizuje sekulární trend (Kopecký, 2006). Tělesná výška a hmotnost u jednotlivých populací s každou další generací narůstají, zatímco začátek puberty i vrchol pubertálního spurtu se přesouvá do nižších věkových kategorií (Sedlak et al., 2007). Pro možnost zachycení sekulárního trendu tělesné výšky jsme porovnali náš soubor s referenčními soubory z dřívějších let. Těmi jsou CAV 1991 (Lhotská et al., 1993) a soubory chlapců měřených při příležitosti konání ČS. spartakiád v letech 1980 (Bláha et al., 1982) a 1985 (Bláha et al., 1986). Účelem srovnání našich dat se zahraničními studiemi byla snaha poukázat na vliv etnických a socioekonomických faktorů, které na vývoj tělesné proporcionality působí.

#### **13.6.1 Srovnání s výsledky CAV 1991**

Průměrné hodnoty parametrů a indexů chlapců naší studie byly porovnány s odpovídajícími průměrnými hodnotami V. Celostátního antropologického výzkumu dětí a mládeže 1991 (Lhotská et al., 1993). Všichni chlapci našeho souboru byli při porovnání s touto bývalou referenční populací vyššího vzrůstu. Vysoce signifikantní rozdíly však byly nalezeny pouze ve věkové kategorii třináctiletých a čtrnáctiletých ( $p < 0,001$ ). Tito jedinci měli také statisticky významně vyšší průměrnou tělesnou hmotnost (třináctiletí na 5% hladině významnosti a čtrnáctiletí na 0,1% hladině významnosti). Čtrnáctiletí měli i signifikantně vyšší BMI ( $p < 0,01$ ). Srovnání obvodových parametrů je součástí příloh na CD. Porovnáním hodnot obvodu hrudníku přes mesosternale a obvodu paže relaxované nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly. Obvod břicha byl stejně jako u pubertálních dívek (Frintová, 2008) statisticky významně vyšší ve všech věkových kategoriích ( $p < 0,01$  u desetiletých,  $p < 0,001$  u ostatních). Vyšší průměrné hodnoty gluteálního obvodu byly signifikantní u jedenáctiletých ( $p < 0,05$ ) a vysoce signifikantní u třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců naší studie ( $p < 0,001$ ). Vzhledem k datu prováděného V. CAV (1991) již lze usuzovat na možný vliv pozitivního sekulárního trendu tělesné výšky našich chlapců, především u čtrnáctiletých a byl také zaznamenán nárůst tělesné hmotnosti u těchto chlapců.

**Tab. 13.40 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s výsledky CAV 1991 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			CAV 1991			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	1933	36,08	7,13	0,352402
11,00–11,99	78	41,11	8,35	1988	39,85	7,86	0,166823
12,00–12,99	72	45,76	9,61	2355	44,46	8,62	0,209299
13,00–13,99	85	52,63	11,02	2310	50,28	10,09	0,035822 *
14,00–14,99	82	62,01	11,38	2456	57,22	10,37	0,000042 ***

**Tab. 13.41 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky CAV 1991 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			CAV 1991			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	1933	143,48	6,8	0,088353
11,00–11,99	78	149,17	7,46	1188	148,61	7,02	0,494386
12,00–12,99	72	155,44	7,12	2355	154,71	7,96	0,440187
13,00–13,99	85	164,86	8,77	2310	161,61	8,84	0,000867 ***
14,00–14,99	82	173,11	8,17	2456	169,51	8,83	0,000281 ***

**Tab. 13.42 – Srovnání BMI s CAV 1991 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

BMI							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			CAV 1991			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	21,48	2,05	1904	21,12	2,30	0,398659
11,00–11,99	78	22,12	2,72	1984	21,92	2,52	0,489293
12,00–12,99	72	22,88	2,79	2340	22,71	2,50	0,576302
13,00–13,99	85	23,79	2,52	2301	23,83	2,68	0,862478
14,00–14,99	82	25,10	2,62	2449	25,08	2,69	0,940723

### 13.6.2 Srovnání s výsledky brněnské růstové studie 1961–1982

Při porovnání tělesné výšky s longitudinálními daty brněnské růstové studie (Bouchalová, 1987) byl nalezen statisticky významný rozdíl jen u čtrnáctiletých, mezi kterými jsou opět signifikantně vyšší chlapci naší studie ( $p < 0,05$ ). V souvislosti s vyšší tělesnou výškou mají čtrnáctiletí i vyšší průměrné hodnoty ostatních porovnávaných lineárních parametrů a také statisticky významně vyšší tělesnou hmotnost ( $p < 0,001$ ). Signifikantně vyšší tělesná hmotnost byla na 5% hladině významnosti zaznamenána také u třináctiletých chlapců. Jen malé rozdíly od brněnské populace vykazovala výška vsedě a subischální délka, což poukazuje na vyrovnanou vertikální proporcionalitu porovnávaných dětí. Významně vyšší výšku vsedě mají naši třináctiletí ( $p < 0,05$ ) a čtrnáctiletí ( $p < 0,01$ ) probandi, v souladu s vyšším věkem a s maximální růstovou akcelerací výšky vsedě před 14. rokem (Sedlak et al., 2007).

Signifikantně nižší průměrnou hodnotu subischialní délky ( $p < 0,05$ ) mají jedenáctiletí chlapci naší studie, u kterých byla zaznamenána také mírně nižší průměrná hodnota tělesné výšky. Délka horní končetiny je v porovnání s brněnskou studií vyšší ve všech věkových kategoriích, statisticky významně u desetiletých ( $p < 0,05$ ) a třináctiletých ( $p < 0,05$ ), kteří mají současně mírně vyšší tělesnou výšku. U čtrnáctiletých chlapců je rozdíl v délce horní končetiny vysoce významný ( $p < 0,001$ ), v souladu s významně vyšším vzrůstem těchto chlapců. Srovnání našich dat s brněnskou růstovou studií (Bouchalová, 1987) poukazuje na možný pozitivní sekulární trend tělesné výšky a lineárních parametrů tělesné proporcionality.

Vysoce signifikantní rozdíly v šířkových parametrech poukazují na výraznější rozvoj těchto znaků u našich chlapců ve všech věkových kategoriích a obvodové parametry našich chlapců jsou oproti populaci z let 1961–1982 menší. Porovnání obvodových a šířkových rozměrů je součástí přílohy na CD.

**Tab. 13.43 – Srovnání tělesné výšky s brněnskou růstovou studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Brněnská studie 1961–1982			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	173	144,40	6,20	0,305993
11,00–11,99	78	149,17	7,46	176	149,70	6,80	0,580916
12,00–12,99	72	155,44	7,12	175	155,90	7,50	0,659278
13,00–13,99	85	164,86	8,77	175	163,70	8,40	0,302309
14,00–14,99	82	173,11	8,17	172	171,00	7,80	0,048528 *

**Tab. 13.44 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s brněnskou růstovou studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Brněnská studie 1961–1982			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	173	36,10	6,40	0,335801
11,00–11,99	78	41,11	8,35	176	39,60	6,80	0,130538
12,00–12,99	72	45,76	9,61	175	44,30	8,40	0,235562
13,00–13,99	85	52,63	11,02	175	50,10	8,90	0,048393 *
14,00–14,99	82	62,01	11,38	172	57,10	9,30	0,000313 ***

**Tab. 13.45 – Srovnání výšky vsedě chlapců s brněnskou růstovou studií 1961–1982 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška vsedě [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Brněnská studie 1961–1982			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	75,69	2,40	173	74,80	2,90	0,119465
11,00–11,99	78	77,33	3,38	176	76,70	3,10	0,150387
12,00–12,99	72	79,81	3,63	175	79,20	3,70	0,235606
13,00–13,99	85	84,22	4,61	175	83,00	4,30	0,037468 *
14,00–14,99	82	88,63	4,15	172	86,90	4,30	0,002620 **



**Tab. 13.46 – Srovnání subischiální délky chlapců s brněnskou růstovou studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Subischiální délka [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Brněnská studie 1961–1982			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	69,95	2,92	173	69,50	3,80	0,542464
11,00–11,99	78	71,85	4,44	176	73,00	4,20	0,048621 *
12,00–12,99	72	75,63	4,08	175	76,60	4,40	0,109339
13,00–13,99	85	80,65	4,68	175	80,70	4,70	0,932064
14,00–14,99	82	84,47	4,61	172	84,00	4,30	0,423997

**Tab. 13.47 – Srovnání délky horní končetiny s brněnskou růstovou studií (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Délka horní končetiny [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Brněnská studie 1961–1982			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	63,65	2,54	173	62,20	3,00	0,014721 *
11,00–11,99	78	65,29	3,36	176	64,80	3,30	0,273777
12,00–12,99	72	68,31	3,56	175	67,70	4,30	0,289093
13,00–13,99	85	72,43	4,14	175	71,20	4,20	0,026936 *
14,00–14,99	82	76,52	4,15	172	74,30	4,00	0,000057 ***

### 13.6.3 Srovnání s výsledky olomoucké studie 2001–2002

Naše výsledky byly porovnány také se studií somatického a motorického vývoje 7 až 15letých chlapců a dívek v olomouckém regionu, uskutečněné v letech 2001–2002 (Kopecký, 2006). Vzhledem k blízké regionální oblasti byli jedenáctiletí a dvanáctiletí chlapci téměř stejného vzrůstu, třináctiletí chlapci našeho souboru byli mírně vyšší. Desetiletí a čtrnáctiletí byli vyšší signifikantně ( $p < 0,01$ ). U desetiletých chlapců je statisticky významně vyšší vzrůst dán spíše náhodným výběrem populačního vzorku (ve vztahu k nízké četnosti probandů v této věkové skupině), u čtrnáctiletých se již může jednat o náznak působení pozitivního sekulárního trendu tělesné výšky. Průměrné hodnoty pro tělesnou hmotnost byly signifikantně vyšší u dvanáctiletých ( $p < 0,05$ ) a vzhledem k vyššímu vzrůstu i u čtrnáctiletých chlapců naší studie ( $p < 0,01$ ).

**Tab. 13.48 – Srovnání tělesné výšky s výsledky olomoucké studie (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Olomoucká studie 2001–2002			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	83	142,13	6,04	0,005584 **
11,00–11,99	78	149,17	7,46	72	149,03	6,45	0,900546
12,00–12,99	72	155,44	7,12	78	155,26	6,87	0,872964
13,00–13,99	85	164,86	8,77	68	163,47	8,32	0,319089
14,00–14,99	82	173,11	8,17	67	168,71	9,13	0,002325 **

**Tab. 13.49 – Srovnání tělesné hmotnosti s výsledky olomoucké studie (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Olomoucká studie 2001–2002			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	83	35,05	7,57	0,142178
11,00–11,99	78	41,11	8,35	72	41,02	10,73	0,955334
12,00–12,99	72	45,76	9,61	78	42,96	7,61	0,048927 *
13,00–13,99	85	52,63	11,02	68	50,63	8,90	0,227470
14,00–14,99	82	62,01	11,38	67	56,26	11,08	0,002276 **

### 13.6.4 Srovnání s výsledky studie československé populace 1980 a 1985

Sekulární změny jsou v rámci naší populace velmi dobře zmapovány. Na úrovni jednotlivých regionů je však monitorace menší a tedy i informací o těchto změnách je méně (Kopecký, 2006). V rámci Československých spartakiád 1980 (Bláha et al., 1982) a 1985 (Bláha et al., 1986) byly prováděny rozsáhlé antropometrické studie českých, moravských a slovenských dětí a naši chlapci, pocházející převážně z Moravskoslezského kraje, tak mohli být posouzeni s blízkou populací dětí z Moravy. Zhodnoceny tedy byly všechny výškové, délkové, šířkové, obvodové parametry, indexy a tělesná hmotnost. Srovnání obvodových a šířkových parametrů je součástí přílohy na CD. Současně bylo také provedeno srovnání lineárních parametrů, indexů a tělesné hmotnosti se všemi dětmi tehdejší ČSSR, pro zachycení odlišností od současné referenční populace. Toto srovnání poskytnu v tabulkové formě s vyznačenými signifikantními rozdíly v příloze na CD.

#### 13.6.4.1 Československá spartakiáda 1980

Naši třináctiletí a čtrnáctiletí chlapci mají oproti souboru ČS. spartakiády 1980 (Bláha et al., 1982) vysoce signifikantně vyšší tělesnou výšku ( $p < 0,001$ ). Současně s vyšším celkovým vzrůstem byly shledány také významně vyšší průměrné hodnoty ostatních lineárních parametrů u třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců naší studie (výška bodu akromiale, výška bodu suprasternale, výška bodu iliospinale, výška bodu daktylion). Třináctiletí a čtrnáctiletí chlapci mají také oproti moravským vrstevníkům z 80. let signifikantně vyšší tělesnou hmotnost. Při porovnání výšky bodu iliospinale anteriorus byla zaznamenána statisticky významně vyšší hodnota u našich desetiletých ( $p < 0,05$ ), dvanáctiletých ( $p < 0,05$ ), třináctiletých ( $p < 0,001$ ) a u čtrnáctiletých chlapců ( $p < 0,001$ ). V celém souboru byla zjištěna vysoce signifikantně vyšší výška bodu symphysis, stejně jako při porovnání našeho souboru s ČS. spartakiádou 1985 (Bláha et al., 1986). Důvodem je zřejmě systematická chyba měření tohoto parametru. Signifikantně delší horní končetiny mají pouze naši čtrnáctiletí chlapci ( $p < 0,05$ ). Signifikantně

nižší průměrné hodnoty indexu délky horní končetiny a tělesné výšky byly zaznamenány ve všech věkových kategoriích našeho souboru, s výjimkou desetiletých a jedenáctiletých. Naopak průměrné indexové hodnoty výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky má náš soubor oproti chlapcům z Moravy vysoce signifikantně vyšší ( $p < 0,001$ ). I hodnoty šířkových parametrů jsou mírně vyšší u chlapců této studie (signifikantně větší rozvoj těchto znaků byl zaznamenán pouze u čtrnáctiletých) a obvodové parametry jsou vyrovnané, s výjimkou obvodu břicha a gluteálního obvodu, které jsou v našem souboru signifikantně vyšší ve všech věkových kategoriích. Porovnáním s daty Československé spartakiády 1980 (Bláha et al., 1982) lze konstatovat patrný pozitivní vliv sekulárního trendu lineárních tělesných parametrů u našich třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců. Současně byl u všech našich probandů zaznamenán významný nárůst obvodových parametrů v oblasti břicha a v gluteální oblasti, což svědčí o vzrůstajícím trendu obezity současných pubertálních chlapců.

**Tab. 13.50 – Srovnání tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	30	143,10	8,12	0,151448
11,00–11,99	78	149,17	7,46	30	150,00	4,98	0,576495
12,00–12,99	72	155,44	7,12	30	154,10	8,23	0,409473
13,00–13,99	85	164,86	8,77	35	157,60	9,58	0,000106 ***
14,00–14,99	82	173,11	8,17	33	166,90	8,48	0,000405 ***

**Tab. 13.51 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	30	35,70	7,38	0,346617
11,00–11,99	78	41,11	8,35	30	39,00	5,44	0,203107
12,00–12,99	72	45,76	9,61	30	41,80	8,27	0,051406
13,00–13,99	85	52,63	11,02	35	45,90	8,14	0,001453 **
14,00–14,99	82	62,01	11,38	33	53,80	8,30	0,000273 ***

**Tab. 13.52 - Srovnání výšky bodu akromiale chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu akromiale [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	117,44	4,32	30	115,70	7,10	0,261884
11,00–11,99	78	120,31	6,50	30	121,30	4,10	0,441213
12,00–12,99	72	126,45	6,35	30	125,70	6,98	0,597546
13,00–13,99	85	134,62	7,45	35	129,20	8,48	0,000714 ***
14,00–14,99	82	141,50	7,66	33	136,80	7,21	0,003034 **

**Tab. 13.53 – Srovnání výšky bodu suprasternale chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu suprasternale [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	117,12	4,04	30	115,40	6,88	0,249368
11,00–11,99	78	120,09	6,43	30	121,10	4,44	0,431899
12,00–12,99	72	125,98	6,17	30	124,50	6,77	0,287539
13,00–13,99	85	133,85	7,40	35	127,60	8,12	0,000080 ***
14,00–14,99	82	140,50	6,81	33	136,50	7,62	0,006909 **

**Tab. 13.54 – Srovnání výšky bodu iliospinale anterius chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu iliospinale anterius [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	83,72	3,49	30	81,00	5,57	0,028810 *
11,00–11,99	78	85,52	5,34	30	85,90	3,30	0,717453
12,00–12,99	72	90,32	5,33	30	88,00	5,24	0,046973 *
13,00–13,99	85	96,68	6,17	35	90,80	5,58	0,000004 ***
14,00–14,99	82	100,75	6,09	33	96,10	5,72	0,000266 ***

**Tab. 13.55 – Srovnání výšky bodu symphysis chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu symphysis [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	76,93	3,84	30	72,50	4,91	0,000304 ***
11,00–11,99	78	79,42	4,69	30	76,70	3,50	0,004887 **
12,00–12,99	72	83,45	4,59	30	78,90	5,03	0,000024 ***
13,00–13,99	85	88,32	5,02	35	81,60	5,06	0,000000 ***
14,00–14,99	82	90,95	4,96	33	86,10	5,14	0,000008 ***

**Tab. 13.56 – Srovnání výšky bodu daktylion chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu daktylion [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	53,79	2,64	30	53,70	4,22	0,922706
11,00–11,99	78	55,02	3,77	30	56,00	2,64	0,193585
12,00–12,99	72	58,14	3,76	30	56,60	3,15	0,051053
13,00–13,99	85	62,19	4,22	35	57,60	4,50	0,000001 ***
14,00–14,99	82	64,98	4,39	33	62,10	4,67	0,002251 **

**Tab. 13.57 – Srovnání délky horní končetiny chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Délka horní končetiny [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	63,65	2,54	30	62,00	3,85	0,057672
11,00–11,99	78	65,29	3,36	30	65,20	2,81	0,891025
12,00–12,99	72	68,31	3,56	30	69,20	4,31	0,282544
13,00–13,99	85	72,43	4,14	35	71,50	4,43	0,275320
14,00–14,99	82	76,52	4,15	33	74,70	4,20	0,035840 *

**Tab. 13.58 – Srovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Index délky horní končetiny a tělesné výšky							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	43,71	1,10	30	43,30	1,36	0,211625
11,00–11,99	78	43,78	1,12	30	43,50	1,18	0,250389
12,00–12,99	72	43,95	1,26	30	44,90	0,92	0,000316 ***
13,00–13,99	85	43,94	1,35	35	45,40	0,91	0,000000 ***
14,00–14,99	82	44,21	1,21	33	44,80	1,64	0,034040 *

**Tab. 13.59 – Srovnání indexu výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Index výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	57,48	1,31	30	55,10	1,33	0,000000 ***
11,00–11,99	78	57,31	1,55	30	55,60	1,02	0,000000 ***
12,00–12,99	72	58,09	1,66	30	55,30	1,03	0,000000 ***
13,00–13,99	85	58,64	2,00	35	55,70	1,25	0,000000 ***
14,00–14,99	82	58,18	1,74	33	55,30	1,31	0,000000 ***

#### 13.6.4.2 Československá spartakiáda 1985

Porovnáním se souborem ČS. spartakiády 1985 (Bláha et al., 1986) mají signifikantně vyšší tělesnou výšku naši čtrnáctiletí chlapci ( $p < 0,01$ ). Signifikanční rozdíly v ostatních lineárních parametrech byly shledány v souladu s jejich celkovým vyšším vzrůstem (výška bodu akromiale je významně vyšší u třináctiletých ( $p < 0,05$ ) a čtrnáctiletých ( $p < 0,01$ ); výška bodu suprasternale u čtrnáctiletých ( $p < 0,05$ ); výška bodu daktylion u dvanáctiletých ( $p < 0,05$ ), třináctiletých ( $p < 0,001$ ) a čtrnáctiletých ( $p < 0,001$ ); výška bodu iliocristale u desetiletých ( $p < 0,05$ ), třináctiletých ( $p < 0,01$ ) a čtrnáctiletých ( $p < 0,001$ ); výška bodu iliospinale anterius u desetiletých ( $p < 0,05$ ), třináctiletých ( $p < 0,001$ ) a čtrnáctiletých ( $p < 0,001$ ) chlapců. Významné rozdíly v průměrných hodnotách výšky bodu symphysion se vyskytly ve všech věkových kategoriích. V hodnocení průměrných hodnot délky horní končetiny nebyly u chlapců nalezeny signifikantní rozdíly. Index délky horní končetiny a tělesné výšky mají naši čtrnáctiletí chlapci významně nižší ( $p < 0,01$ ), což odpovídá jejich vyšší tělesné výšce. Index výšky bodu iliospinale a tělesné výšky je vysoce signifikantně vyšší v celém našem souboru ( $p < 0,001$ ). Vzhledem k tomu, že i tato bývalá referenční studie je starší deseti let, lze nárůst lineárních parametrů částečně vysvětlit působením pozitivního sekulárního trendu.

V porovnání tělesné hmotnosti byly zjištěny signifikantně vyšší průměrné hodnoty u třináctiletých ( $p < 0,05$ ) a čtrnáctiletých ( $p < 0,01$ ) chlapců naší studie. S ČS. spartakiádou 1985 (Bláha et al., 1986) bylo dále možno posoudit také průměrné hodnoty Rohrerova indexu, mírně vyšší ve prospěch našich chlapců. Pouze jedenáctiletí chlapci tehdejší referenční populace měli signifikantně nižší průměrnou hodnotu Rohrerova indexu ( $p < 0,05$ ) a byli tedy významně štíhlejší oproti stejně starým jedincům našeho souboru.

Průměrné hodnoty bikristální šířky jsou s porovnávaným souborem vyrovnané, signifikantní rozdíly ve prospěch našich 12ti až 14tiletých chlapců vykazuje šířka ramen (biakromiální šířka), bispinální šířka, transversální a sagitální průměr hrudníku. Z obvodových parametrů byl u našeho souboru zaznamenán výrazný nárůst obvodu břicha a gluteálního obvodu, stejně jako při srovnání s ČS. spartakiádou 1980 (Bláha et al., 1982). Shledán byl také signifikantně vyšší maximální obvod předloktí, stejně jako v souboru pubertálních dívek (Frintová, 2008).

**Tab. 13.60 - Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	73	35,50	5,47	0,134815
11,00–11,99	78	41,11	8,35	59	38,90	7,23	0,106997
12,00–12,99	72	45,76	9,61	47	43,80	6,40	0,221046
13,00–13,99	85	52,63	11,02	56	48,70	10,37	0,035821 *
14,00–14,99	82	62,01	11,38	77	57,20	10,85	0,007145 **

**Tab. 13.61 – Srovnání tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	73	143,50	5,84	0,083373
11,00–11,99	78	149,17	7,46	59	148,60	7,79	0,662916
12,00–12,99	72	155,44	7,12	47	155,10	6,61	0,792155
13,00–13,99	85	164,86	8,77	56	161,70	10,08	0,050310
14,00–14,99	82	173,11	8,17	77	169,30	8,81	0,005311 **

**Tab. 13.62 – Srovnání výšky bodu akromiale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu akromiale [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	117,44	4,32	73	115,60	5,02	0,085796
11,00–11,99	78	120,31	6,50	59	119,70	6,93	0,596387
12,00–12,99	72	126,45	6,35	47	125,40	6,08	0,370653
13,00–13,99	85	134,62	7,45	56	131,40	8,51	0,019119 *
14,00–14,99	82	141,50	7,66	77	138,20	7,48	0,006649 **

**Tab. 13.63 – Srovnání výšky bodu suprasternale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu suprasternale [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	117,12	4,04	73	115,60	5,14	0,157858
11,00–11,99	78	120,09	6,43	59	119,70	6,88	0,732922
12,00–12,99	72	125,98	6,17	47	125,50	5,78	0,674605
13,00–13,99	85	133,85	7,40	56	131,30	8,65	0,063137
14,00–14,99	82	140,50	6,81	77	138,10	7,39	0,034683 *

**Tab. 13.64 – Srovnání výšky bodu daktylion chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu daktylion [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	53,79	2,64	73	53,00	2,80	0,194723
11,00–11,99	78	55,02	3,77	59	55,00	4,67	0,980173
12,00–12,99	72	58,14	3,76	47	56,50	4,52	0,033699 *
13,00–13,99	85	62,19	4,22	56	59,60	4,67	0,000837 ***
14,00–14,99	82	64,98	4,39	77	62,20	3,83	0,000037 ***

**Tab. 13.65 – Srovnání výšky bodu iliocristale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu iliocristale [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	89,39	3,59	73	87,10	4,53	0,016774 *
11,00–11,99	78	91,81	5,77	59	90,20	5,46	0,100054
12,00–12,99	72	96,85	5,28	47	95,20	4,60	0,081574
13,00–13,99	85	102,82	6,17	56	99,40	6,11	0,001532 **
14,00–14,99	82	107,89	6,30	77	103,60	5,49	0,000010 ***

**Tab. 13.66 – Srovnání výšky bodu iliospinale anterius chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu iliospinale anterius [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	83,72	3,49	73	81,40	4,23	0,010058 *
11,00–11,99	78	85,52	5,34	59	84,80	5,04	0,424576
12,00–12,99	72	90,32	5,33	47	89,40	4,27	0,323701
13,00–13,99	85	96,68	6,17	56	92,90	5,87	0,000408 ***
14,00–14,99	82	100,75	6,09	77	97,40	5,44	0,000363 ***

**Tab. 13.67 – Srovnání výšky bodu symphysis chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška bodu symphysis [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Spartakiáda 1985			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	76,93	3,84	73	73,30	3,81	0,000036 ***
11,00–11,99	78	79,42	4,69	59	76,20	4,86	0,000144 ***
12,00–12,99	72	83,45	4,59	47	81,00	4,08	0,003608 **
13,00–13,99	85	88,32	5,02	56	84,20	5,50	0,000010 ***
14,00–14,99	82	90,95	4,96	77	87,70	5,14	0,000078 ***



**Tab. 13.68 – Srovnání délky horní končetiny chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

<b>Délka horní končetiny [cm]</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Spartakiáda 1985</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,99	29	63,65	2,54	73	62,60	3,38	0,133590
11,00–11,99	78	65,29	3,36	59	64,70	3,90	0,339860
12,00–12,99	72	68,31	3,56	47	68,80	3,19	0,445918
13,00–13,99	85	72,43	4,14	56	71,80	4,87	0,411612
14,00–14,99	82	76,52	4,15	77	75,90	4,80	0,380907

**Tab. 13.69 – Srovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

<b>Index délky horní končetiny a tělesné výšky</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Spartakiáda 1985</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,99	29	43,71	1,10	73	43,60	1,19	0,674197
11,00–11,99	78	43,78	1,12	59	43,50	1,66	0,237132
12,00–12,99	72	43,95	1,26	47	44,40	1,66	0,095718
13,00–13,99	85	43,94	1,35	56	44,40	1,40	0,054893
14,00–14,99	82	44,21	1,21	77	44,80	1,32	0,003491 **

**Tab. 13.70 – Srovnání indexu výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

<b>Index výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Spartakiáda 1985</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,99	29	57,48	1,31	73	55,20	1,33	0,000000 ***
11,00–11,99	78	57,31	1,55	59	55,40	1,37	0,000000 ***
12,00–12,99	72	58,09	1,66	47	55,80	1,40	0,000000 ***
13,00–13,99	85	58,64	2,00	56	55,40	1,17	0,000000 ***
14,00–14,99	82	58,18	1,74	77	55,20	1,21	0,000000 ***

**Tab. 13.71 – Srovnání Rohrerova indexu chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

<b>Rohrerův index</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Spartakiáda 1985</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,99	29	1,21	0,15	73	1,19	0,15	0,641881
11,00–11,99	78	1,23	0,18	59	1,17	0,14	0,031656 *
12,00–12,99	72	1,21	0,21	47	1,17	0,12	0,205722
13,00–13,99	85	1,17	0,16	56	1,14	0,13	0,298332
14,00–14,99	82	1,19	0,20	77	1,16	0,13	0,201272

### 13.6.5 Srovnání se zahraničními studiemi

Česká republika patří mezi země s dlouholetou tradicí monitoringu růstu a vývoje dětí a mládeže. V zahraniční literatuře se však uvádí méně výzkumů lineární proporcionality a nalézt studii, která by poskytovala antropometrická data srovnatelná s našimi daty, bylo obtížné. Většina studií totiž předkládá informace pouze v grafické podobě a k dispozici jsou často jen údaje o celkové tělesné výšce, hmotnosti a BMI. Z dostupných evropských studií byla vybrána populačně blízká chorvatská studie (Živičnjak et al., 2003), švýcarská (Curyšská) longitudinální studie (Prader et al., 1989), studie anglické populace (Dangour et al., 2002) a baskické populace (Rebato, 1997). Populačně vzdálené studie byly vybrány z asijského kontinentu: indická (Rao, Joshi, Kanade, 2000) a arabská studie (Al-Sendi, Shetty, Musaiger, 2003).

#### 13.6.5.1 Srovnání s výsledky chorvatské studie 1997

Stejně jako ve studii pubertálních dívek (Frintová, 2008), bylo nejméně rozdílů zaznamenáno při porovnání našeho souboru se slovanskou populací (Živičnjak et al., 2003). Tělesná výška chorvatských a našich chlapců je srovnatelná, dokonce i čtrnáctiletí jsou přibližně stejně vysocí (při srovnání se současnou referenční populací byli naši čtrnáctiletí chlapci signifikantně vyšší). Stejně tak ve výšce vsedě nebyl u těchto dětí nalezen statisticky významný rozdíl. Tak jako u dívek (Frintová, 2008), měli i naši chlapci signifikantně nižší délku horní končetiny ( $p < 0,05$  u třináctiletých a čtrnáctiletých,  $p < 0,001$  u jedenáctiletých a dvanáctiletých). Oproti tomu výška bodu iliospinale anterius (parametr délky dolních končetin) byla u našich chlapců významně vyšší (na 5% hladině významnosti u třináctiletých a čtrnáctiletých a na hladině 0,1% významnosti u jedenáctiletých a dvanáctiletých).

Tab. 13.72 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky chorvatské studie 1997 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Chorvatská studie 1997			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	182	144,50	6,10	0,338190
11,00–11,99	78	149,17	7,46	225	150,80	7,25	0,091074
12,00–12,99	72	155,44	7,12	213	157,70	8,90	0,052141
13,00–13,99	85	164,86	8,77	217	163,90	8,57	0,382896
14,00–14,99	82	173,11	8,17	225	172,30	7,48	0,415144

**Tab. 13.73 – Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky chorvatské studie 1997 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška vsedě [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Chorvatská studie 1997			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	75,69	2,40	182	75,30	3,03	0,510079
11,00–11,99	78	77,33	3,38	225	77,00	3,81	0,504060
12,00–12,99	72	79,81	3,63	213	79,80	4,51	0,983025
13,00–13,99	85	84,22	4,61	217	83,10	5,06	0,077963
14,00–14,99	82	88,63	4,15	225	87,60	4,45	0,067649

**Tab. 13.74 – Srovnání výšky bodu iliospinale anteriorius chlapců s výsledky chorvatské studie 1997 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška bodu iliospinale anteriorius [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Chorvatská studie 1997			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	83,72	3,49	182	82,00	3,98	0,028813 *
11,00–11,99	78	85,52	5,34	225	86,50	5,05	0,146922
12,00–12,99	72	90,32	5,33	213	91,10	5,87	0,318423
13,00–13,99	85	96,68	6,17	217	94,60	5,34	0,003965 **
14,00–14,99	82	100,75	6,09	225	99,00	4,88	0,010118 *

### 13.6.5.2 Srovnání s výsledky Curyšské longitudinální studie 1954–1980

Curyšská longitudinální studie (Prader et al., 1989), která probíhala v letech 1954–1980, poskytuje cenné informace o vzájemné relaci horního a dolního segmentu těla. Hodnoty tohoto indexu se používají v běžné klinické praxi, avšak vzhledem k datu prováděného výzkumu, již nejsou dostatečně validní. Cílem práce tedy bylo ověřit, zda podléhají parametry tohoto indexu působení pozitivního sekulárního trendu. V rámci naší studie byly vzhledem k dostatečné četnosti probandů sestaveny popisné statistiky indexu subischialní délky a výšky vsedě na základě našich dat. Porovnání vývoje hodnot tohoto indexu našeho souboru s populačně blízkým souborem Curyšské studie poukazuje na působení pozitivního sekulárního trendu tělesné výšky, který se přechodně promítá i do délky dolního segmentu těla (subischialní délky). V grafu (Obr. 13.8) je zachycen významný nárůst hodnot tohoto indexu po jedenáctém roce věku, v souladu s pubertální růstovou akcelerací subischialní délky u chlapců naší studie. Vzhledem k Curyšské studii byl tedy zaznamenán posun pubertální růstové akcelerace subischialní délky do nižšího věku. Při porovnání výšky vsedě (Tab. 13.75) lze také pozorovat dřívejší nástup pubertálního růstového urychlení u chlapců našeho souboru (signifikantně vyšší průměrnou hodnotu výšky vsedě ( $p < 0,001$ ) mají všichni třináctiletí a čtrnáctiletí chlapci naší studie). Podle srovnání Semilongitudinální růstové studie z let 1997–2000 (Bláha et al., 2006) s Curyšskou longitudinální studií (Prader et al., 1989) je posun maximální růstové akcelerace

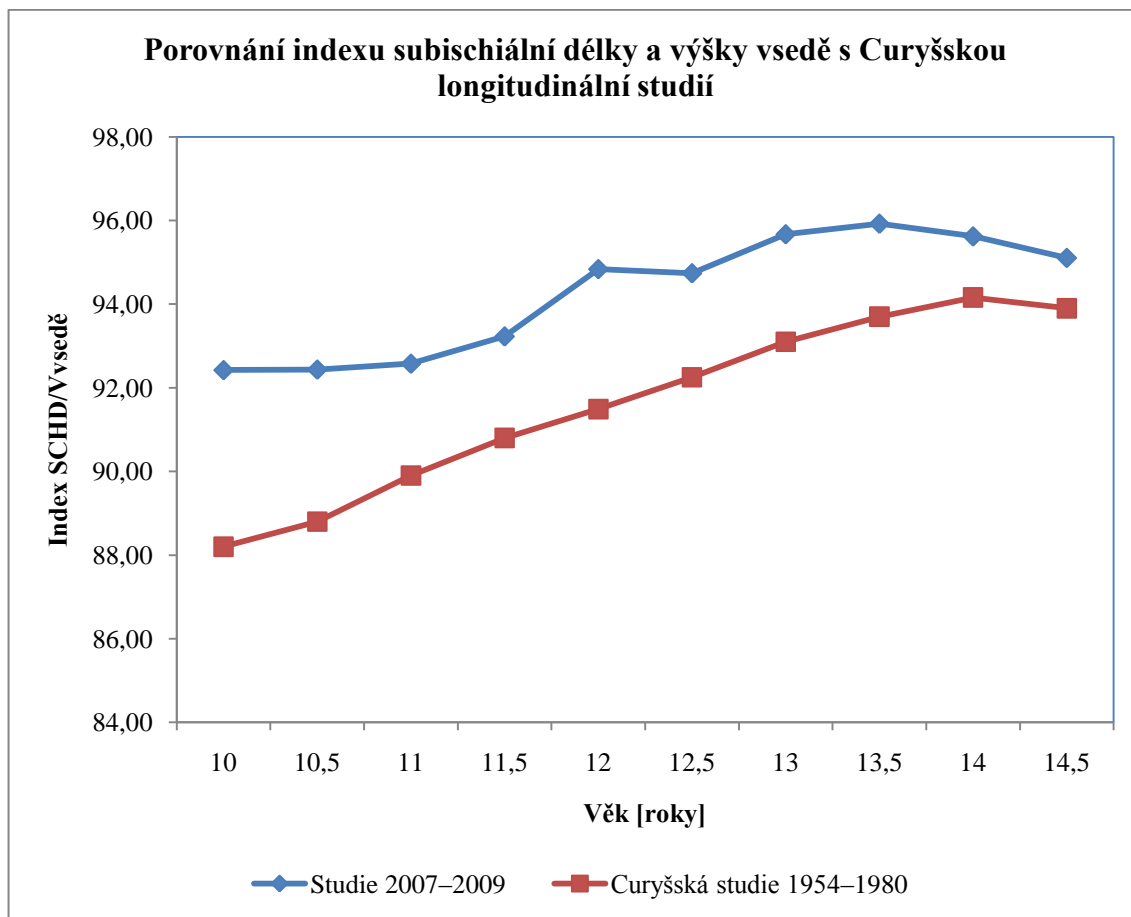
i vrcholu pubertálního spurtu do nižšího věku proporcionální s jeho počátkem (bod maximální decelerace nebyl v této studii v období pubertálního spurtu u chlapců díky věkovému složení souboru zachycen) (Sedlak et al., 2007). Pokles indexových hodnot u chlapců našeho souboru před 14. rokem odpovídá akceleraci růstu výšky vsedě, s maximálním růstovým urychlením těsně před 14. rokem (Sedlak et al., 2007). V rámci Curyšské studie hodnoty indexu subischální délky a výšky vsedě narůstají až do 14,5 roku.

**Tab. 13.75 – Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky Curyšské studie 1954–1980 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška vsedě [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Curyšská studie 1954–1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	74,63	2,01	143	74,40	3,04	0,789067
10,50–10,99	16	76,55	2,40	148	75,40	3,02	0,142882
11,00–11,49	41	77,35	3,56	145	76,30	3,13	0,068498
11,50–11,99	37	77,30	3,22	139	77,10	3,19	0,732151
12,00–12,49	36	79,12	3,32	139	78,20	3,48	0,154492
12,50–12,99	36	80,50	3,83	142	79,30	3,60	0,078955
13,00–13,49	40	83,53	4,56	138	80,60	4,10	0,000148 ***
13,50–13,99	45	84,83	4,62	135	82,10	4,47	0,000555 ***
14,00–14,49	36	86,70	3,74	136	83,80	4,47	0,000459 ***
14,50–14,99	46	90,15	3,84	131	85,70	4,38	0,000000 ***

**Tab. 13.76 – Srovnání subischální délky chlapců s výsledky Curyšské studie 1954–1980 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Subischální délka [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Curyšská studie 1954–1980			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,49	13	68,98	3,24	143	65,80	3,82	0,004150 **
10,50–10,99	16	70,74	2,47	148	67,10	3,98	0,000460 ***
11,00–11,49	41	71,63	4,68	145	68,70	4,09	0,000122 ***
11,50–11,99	37	72,08	4,22	139	70,20	4,17	0,015857 *
12,00–12,49	36	75,00	3,17	139	71,70	4,27	0,000024 ***
12,50–12,99	36	76,26	4,78	142	73,30	4,42	0,000534 ***
13,00–13,49	40	79,91	5,03	138	75,30	4,68	0,000000 ***
13,50–13,99	45	81,31	4,29	135	77,10	4,78	0,000000 ***
14,00–14,49	36	82,90	4,83	136	79,00	4,67	0,000017 ***
14,50–14,99	46	85,70	4,08	131	80,60	4,64	0,000000 ***



**Obr. 13.8 - Srovnání vývoje průměrných hodnot indexu subischialní délky a výšky vsedě u chlapců naší studie s Curyšskou longitudinální studií (Prader et al., 1989) (SCHD = subischialní délka, Vsedě = výška vsedě)**

### 13.6.5.3 Srovnání s výsledky anglické studie 1995–1996

Srovnáním s jinými evropskými populacemi již bylo nalezeno více signifikantních rozdílů. Tělesná výška našich chlapců je oproti jihovýchodní anglické populaci (Dangour et al., 2002) signifikantně vyšší ve všech věkových kategoriích ( $p < 0,05$  u desetiletých a jedenáctiletých;  $p < 0,001$  u dvanáctiletých až čtrnáctiletých). Ve vztahu k vyššímu vzrůstu byly u našich chlapců nalezeny i signifikantně vyšší průměrné hodnoty výšky vsedě (u dvanáctiletých až čtrnáctiletých včetně) a subischialní délky ( $p < 0,01$  u desetiletých a jedenáctiletých;  $p < 0,001$  u dvanáctiletých až čtrnáctiletých).

**Tab. 13.77 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky anglické studie 1995–1996 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Anglická studie 1995–1996			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	73	142,80	7,00	0,048076 *
11,00–11,99	78	149,17	7,46	161	146,60	7,20	0,011083 *
12,00–12,99	72	155,44	7,12	121	150,50	7,50	0,000011 ***
13,00–13,99	85	164,86	8,77	119	157,50	8,80	0,000000 ***
14,00–14,99	82	173,11	8,17	103	167,30	8,70	0,000007 ***

**Tab. 13.78 - Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky anglické studie 1995–1996 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Výška vsedě [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Anglická studie 1995–1996			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	75,69	2,40	73	75,10	3,80	0,440084
11,00–11,99	78	77,33	3,38	161	76,60	3,70	0,145247
12,00–12,99	72	79,81	3,63	121	78,10	4,20	0,004451 **
13,00–13,99	85	84,22	4,61	119	81,00	4,80	0,000003 ***
14,00–14,99	82	88,63	4,15	103	85,90	5,10	0,000121 ***

**Tab. 13.79 – Srovnání subischální délky chlapců s výsledky anglické studie 1995–1996 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

Subischální délka [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Anglická studie 1995–1996			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	69,95	2,92	73	67,80	3,80	0,007252 **
11,00–11,99	78	71,85	4,44	161	70,00	4,20	0,001979 **
12,00–12,99	72	75,63	4,08	121	72,40	4,10	0,000000 ***
13,00–13,99	85	80,65	4,68	119	76,50	4,50	0,000000 ***
14,00–14,99	82	84,47	4,61	103	81,20	4,40	0,000002 ***

#### 13.6.5.4 Srovnání s výsledky baskitské studie 1997

Chlapci naší studie byli vyššího vzrůstu i při srovnání s baskitskou populací (Rebato, 1997). Signifikantně vyšší byli dvanáctiletí ( $p < 0,05$ ) a vysoce statisticky významně vyšší byli třináctiletí a čtrnáctiletí ( $p < 0,001$ ). Současně s vyšším vzrůstem byla shledána i statisticky významně vyšší výška vsedě u všech našich chlapců ( $p < 0,01$  u dvanáctiletých;  $p < 0,001$  u třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců). Tělesná hmotnost se mezi chlapci do věku třinácti let včetně příliš nelišila, signifikantně vyšší hmotnost byla nalezena pouze u čtrnáctiletých chlapců naší studie ( $p < 0,01$ ).

**Tab. 13.80 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s výsledky baskitské studie 1997 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná hmotnost [kg]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Baskitská studie 1997			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	55	38,00	6,00	0,612364
11,00–11,99	78	41,11	8,35	54	42,30	7,10	0,393170
12,00–12,99	72	45,76	9,61	66	45,30	10,00	0,783490
13,00–13,99	85	52,63	11,02	56	50,50	8,90	0,229018
14,00–14,99	82	62,01	11,38	51	56,10	9,60	0,002459 **

**Tab. 13.81 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky baskitské studie 1997 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Tělesná výška [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Baskitská studie 1997			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	54	143,60	4,40	0,055137
11,00–11,99	78	149,17	7,46	52	147,40	7,20	0,180625
12,00–12,99	72	155,44	7,12	65	152,40	8,80	0,027151 *
13,00–13,99	85	164,86	8,77	58	158,50	7,70	0,000016 ***
14,00–14,99	82	173,11	8,17	51	163,40	7,80	0,000000 ***

**Tab. 13.82 - Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky baskitské studie 1997 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška vsedě [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Baskitská studie 1997			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	75,69	2,40	52	74,20	3,60	0,049800 *
11,00–11,99	78	77,33	3,38	52	75,80	4,20	0,023937 *
12,00–12,99	72	79,81	3,63	65	77,60	5,10	0,003781 **
13,00–13,99	85	84,22	4,61	58	80,20	5,70	0,000008 ***
14,00–14,99	82	88,63	4,15	48	82,90	4,30	0,000000 ***

#### 13.6.5.5 Srovnání s výsledky indické studie 1992–1996

Porovnáním nejčastěji hodnocených parametrů vertikální proporcionality (subischální délka a výška vsedě) naší populace se vzdáleným etnikem indické populace (Rao, Joshi, Kanade, 2000), byly shledány vysoce signifikantní rozdíly ve všech věkových kategoriích. U venkovských Indů byly nalezeny významně nižší průměrné hodnoty výšky vsedě i subischální délky ( $p < 0,001$ ), z čehož vyplývá i jejich celkově nižší vzrůst. Stejné výsledky byly zjištěny také porovnáním našich pubertálních dívek se stejně starými venkovskými Indkami (Frintová, 2008). Důvodem signifikantně nižšího vzrůstu je podvýživa a horší socioekonomické podmínky těchto indických venkovských dětí, což se významně promítá právě do růstu parametrů vertikální proporcionality (Rao, Joshi, Kanade, 2000).

**Tab. 13.83 – Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky indické studie 1992–1996 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Výška vsedě [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Indická studie 1992–1996			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	75,69	2,40	120	67,20	2,90	0,000000 ***
11,00 – 11,99	78	77,33	3,38	204	68,70	3,15	0,000000 ***
12,00–12,99	72	79,81	3,63	267	70,30	3,20	0,000000 ***
13,00–13,99	85	84,22	4,61	321	72,80	3,74	0,000000 ***
14,00–14,99	82	88,63	4,15	315	76,10	4,56	0,000000 ***

**Tab. 13.84 – Srovnání subischialní délky chlapců s výsledky indické studie 1992–1996 (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

Subischialní délka [cm]							
Věkové kategorie	Studie 2007–2009			Indická studie 1992–1996			p-hodnota
	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	
10,00–10,99	29	69,95	2,92	120	61,90	3,80	0,000000 ***
11,00–11,99	78	71,85	4,44	204	64,40	4,08	0,000000 ***
12,00–12,99	72	75,63	4,08	267	67,20	3,80	0,000000 ***
13,00–13,99	85	80,65	4,68	321	70,40	4,44	0,000000 ***
14,00–14,99	82	84,47	4,61	315	73,60	4,84	0,000000 ***

### 13.6.5.6 Srovnání s výsledky arabské studie 2000

Při srovnání s arabskou populací (Al-Sendi, Shetty, Musaiger, 2003) jsou chlapci naší studie také významně signifikantně vyšší ve všech porovnávaných věkových kategoriích ( $p < 0,001$ ). Vzhledem k menšímu vzrůstu arabských chlapců by u nich měla být zjištěna i významně nižší tělesná hmotnost, ta však byla signifikantně nižší jen u dvanáctiletých ( $p < 0,01$ ) a v ostatních věkových kategoriích byla hmotnost pro obě populace vyrovnána. Signifikantně vyšší hodnoty BMI arabských třináctiletých ( $p < 0,01$ ) a čtrnáctiletých ( $p < 0,05$ ) chlapců poukazují na zvýšené riziko obezity v tomto etniku. Lepší životní podmínky arabské populace vedou ke zvýšení rizika civilizačních chorob a nevyhnutelná je tedy aplikace preventivních programů obezity u těchto dětí. Nižší vzrůst arabských dětí i při lepší socioekonomické úrovni je dán souhrou složitých interakcí mezi genetickými a environmentálními faktory (Al-Sendi, Shetty, Musaiger, 2003).



**Tab. 13.85 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky arabské studie 2000 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

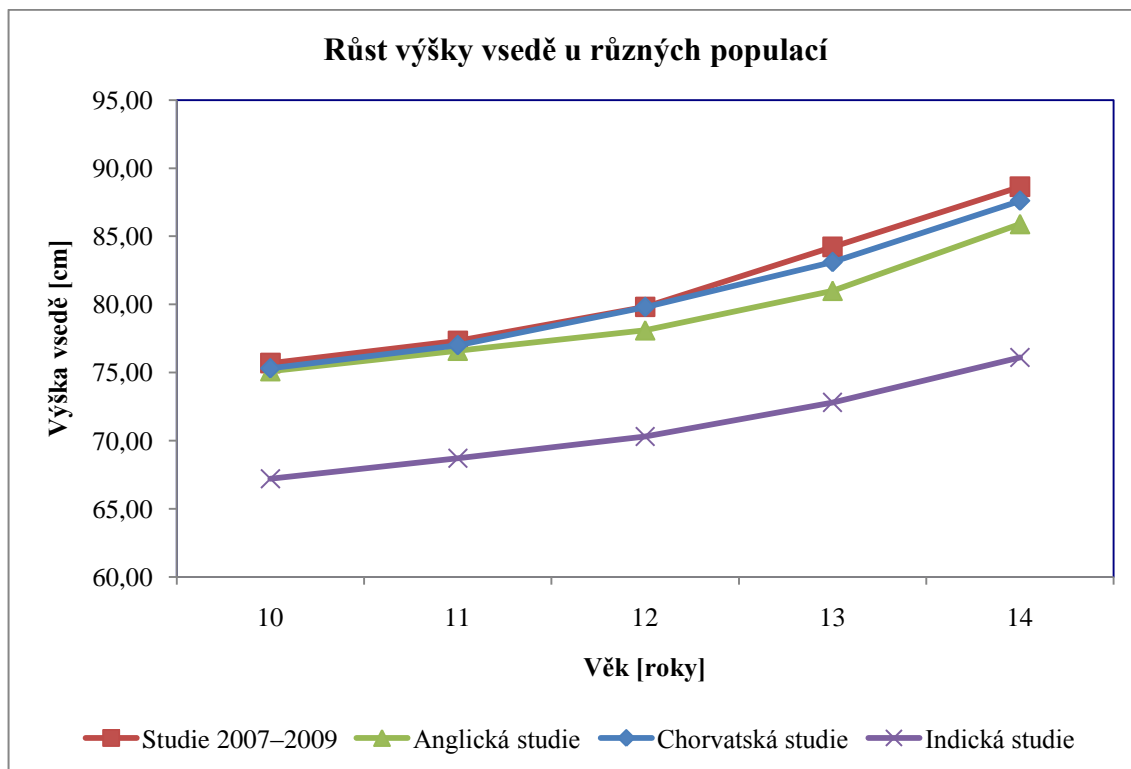
<b>Tělesná výška [cm]</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Arabská studie 2000</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,99	29	145,64	4,84	-	-	-	-
11,00–11,99	78	149,17	7,46	-	-	-	-
12,00–12,99	72	155,44	7,12	41	147,80	6,90	0,000000 ***
13,00–13,99	85	164,86	8,77	46	155,40	9,10	0,000000 ***
14,00–14,99	82	173,11	8,17	48	162,20	8,40	0,000000 ***

**Tab. 13.86 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s výsledky arabské studie 2000 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

<b>Tělesná hmotnost [kg]</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Arabská studie 2000</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,99	29	37,32	5,55	-	-	-	-
11,00–11,99	78	41,11	8,35	-	-	-	-
12,00–12,99	72	45,76	9,61	41	40,70	10,10	0,00944 **
13,00–13,99	85	52,63	11,02	46	52,10	17,60	0,833258
14,00–14,99	82	62,01	11,38	48	59,00	17,70	0,239692

**Tab. 13.87 – Srovnání BMI chlapců s výsledky arabské studie 2000 (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

<b>BMI</b>							
<b>Věkové kategorie</b>	<b>Studie 2007–2009</b>			<b>Arabská studie 2000</b>			<b>p-hodnota</b>
	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	
10,00–10,99	29	17,55	2,14	-	-	-	-
11,00–11,99	78	18,35	2,75	-	-	-	-
12,00–12,99	72	18,85	3,31	41	18,50	4,00	0,621522
13,00–13,99	85	19,23	2,84	46	21,20	5,60	0,008410 **
14,00–14,99	82	20,63	3,26	48	22,30	5,80	0,037656 *



Obr. 13.9 – Srovnání vývoje hodnot výšky vsedě u chlapců naší, anglické, chorvatské a indické studie

### 13.6.6 Diskuze

Srovnání našeho souboru s některými studiemi naznačuje, že působení pozitivního sekulárního trendu tělesné výšky se může promítat i do změn tělesné proporcionality. Chlapci našeho souboru mají v porovnání s Curyšskou longitudinální studií (Prader et al., 1989) z let 1954–1980 vyšší průměrné hodnoty subischální délky i výšky vsedě, ale subischální délka roste výrazněji. Jedná se však jen o přechodnou disproporcionalitu, která odpovídá zvýšené dynamice růstu subischální délky v tomto období.

Děti z brněnské růstové studie (Bouchalová, 1987) patřily ve své době v Evropě mezi nejakcelerovanější. Ve srovnání s naším souborem jsou významně vyšší pouze čtrnáctiletí chlapci naší studie. Současně vyšší je u těchto jedinců také výška vsedě, ale v porovnání subischální délky nebyly shledány signifikantní rozdíly.

Srovnání našeho souboru se semilongitudinální studií z konce 90. let (Bláha et al., 2006) ukazuje, že akcelerace pubertálního spurtu ještě pokračuje. Výška vsedě se v pubertě významně nemění, v období růstového urychlení se ale zvětšila délka dolních končetin (výška bodu iliospinale anterius i subischální délka). Delší jsou v tomto období i horní končetiny.

## ***13.7 Intersexuální rozdíly somatických parametrů, projektivních měr a indexů***

### **13.7.1 Intersexuální rozdíly u jedenáctiletých dětí**

Vlivem časnějšího nástupu puberty jsou hodnoty lineárních parametrů tělesné proporcionality vyšší u jedenáctiletých dívek než u stejně starých chlapců. Průměrná tělesná výška těchto dívek je statisticky významně vyšší ( $p < 0,05$ ) a v souladu s celkově intenzivnějším růstem je u dívek významně vyšší také výška bodu akromiale ( $p < 0,01$ ), výška bodu suprasternale ( $p < 0,05$ ), výška bodu daktylion ( $p < 0,001$ ) a výška vsedě ( $p < 0,01$ ). Vyšší průměrná hodnota výšky bodu daktylion u jedenáctiletých a dvanáctiletých dívek je v souladu se zjištěním, že dívky mají kratší horní končetiny než chlapci (Bláha et al., 2006). Šířkové rozměry jsou výrazněji rozvinuty u chlapců než u dívek dané věkové kategorie (s výjimkou bikristální šířky), na 1 % hladině významnosti mají chlapci vyšší transversální a sagitální průměr hrudníku. V souvislosti se změnami v rozložení tukové tkáně byl u dívek nalezen statisticky významně vyšší gluteální obvod a střední obvod stehna ( $p < 0,01$ ).

**Tab. 13.88 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů jedenáctiletých dětí (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

<b>11,00–11,99 roku</b>	<b>Chlapci</b>			<b>Dívky</b>			
<b>Somatické parametry</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>p-hodnota</b>
Tělesná výška	78	149,17	7,46	84	152,04	6,74	0,011092 *
Tělesná hmotnost	78	41,11	8,35	84	42,11	8,65	0,454657
Výška bodu akromiale	78	120,31	6,50	84	123,18	6,23	0,004725 **
Výška bodu suprasternale	78	120,09	6,43	84	122,48	6,01	0,015608 *
Výška bodu iliocristale	78	91,81	5,77	84	92,28	5,35	0,592641
Výška bodu iliospinale	78	85,52	5,34	84	86,45	5,07	0,257538
Výška bodu symphysion	78	79,42	4,69	84	80,42	4,27	0,156498
Výška bodu daktylion	78	55,02	3,77	84	58,15	3,69	0,000000 ***
Rozpětí paží	78	148,98	8,26	84	151,23	7,41	0,069164
Výška vsedě	78	77,33	3,38	84	78,97	3,45	0,002592 **
Biakromiální šířka	78	31,97	2,05	84	31,67	2,63	0,415140
Transverzální průměr hrudníku	78	22,46	2,43	84	21,29	3,09	0,008441 **
Sagitální průměr hrudníku	78	15,57	1,98	84	14,51	2,52	0,003498 **
Bikristální šířka	78	22,84	2,10	84	22,92	3,01	0,845396
Bispinální šířka	78	19,57	2,27	84	19,09	2,27	0,183831
Obvod hrudníku přes mesosternale	78	71,64	6,81	84	72,57	8,72	0,455151
Obvod pasu	78	64,33	6,37	84	64,32	6,52	0,993553
Obvod břicha	78	69,11	7,54	84	70,88	8,80	0,172069
Obvod gluteální	78	78,50	7,15	84	81,65	7,66	0,007641 **
Obvod paže relaxované	78	22,12	2,72	84	22,64	2,66	0,222400
Obvod předloktí maximální	78	21,32	1,79	84	20,83	1,69	0,075472
Obvod stehna střední	78	41,08	4,55	84	43,03	3,94	0,003918 **
Obvod lýtky maximální	78	31,02	3,02	84	31,42	2,80	0,386727
Subischiální délka	78	71,85	4,44	84	73,10	4,00	0,060871

Vzhledem k odlišnému načasování pubertálního urychlení u chlapců a dívek lze i v rámci indexových průměrných hodnot sledovat statisticky významné rozdíly. U jedenáctiletých chlapců byla nalezena signifikantně vyšší průměrná hodnota indexu délky horní končetiny a tělesné výšky ( $p < 0,001$ ), intermembrálního indexu ( $p < 0,05$ ), indexu délky horní končetiny a subischiální délky ( $p < 0,001$ ) a indexu délky horní končetiny a výšky vsedě ( $p < 0,001$ ).

**Tab. 13.89 – Intersexuální rozdíly indexů jedenáctiletých dětí (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

11,00–11,99 roku	Chlapci			Dívky			
Indexy	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	p-hodnota
Index rozpětí paží a TV	78	99,9	2,5	84	99,5	2,3	0,324803
Index délky horní končetiny a TV	78	43,8	1,1	84	42,8	1,3	0,000001 ***
Index výšky vsedě a TV	78	51,9	0,9	84	52,0	1,1	0,382947
Index subischialní délky a TV	78	48,1	0,9	84	48,0	1,1	0,382947
Intermembrální index	78	76,5	2,8	84	75,3	2,8	0,010230 *
Index délky horní končetiny a subischialní délky	78	91,0	3,1	84	89,0	3,1	0,000067 ***
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	78	84,5	2,5	84	82,4	3,3	0,000017 ***

### 13.7.2 Intersexuální rozdíly u dvanáctiletých dětí

Nejméně signifikantních intersexuálních rozdílů bylo nalezeno ve věkové kategorii dvanáctiletých. U chlapců byla zjištěna signifikantně vyšší průměrná hodnota výšky bodu iliocristale ( $p < 0,05$ ), biakromiální šířky ( $p < 0,05$ ) a transversálního a sagitálního průměru hrudníku ( $p < 0,01$ ). U dívek byla významně vyšší výška bodu daktylion ( $p < 0,001$ ) a výška vsedě ( $p < 0,01$ ). V rámci obvodových parametrů nebyl mezi dvanáctiletými chlapci a děvčaty shledán žádný signifikantní rozdíl.

**Tab. 13.90 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů dvanáctiletých dětí (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

<b>12,00–12,99 roku</b>	<b>Chlapci</b>			<b>Dívky</b>			
<b>Somatické parametry</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>p-hodnota</b>
Tělesná výška	72	155,44	7,12	83	156,46	6,53	0,355411
Tělesná hmotnost	72	45,76	9,61	83	44,93	6,94	0,535063
Výška bodu akromiale	72	126,45	6,35	83	127,24	6,39	0,444241
Výška bodu suprasternale	72	125,98	6,17	83	126,42	6,09	0,652599
Výška bodu iliocristale	72	96,85	5,28	83	94,91	5,52	0,027059 *
Výška bodu iliospinale	72	90,32	5,33	83	89,34	5,51	0,264859
Výška bodu symphysion	72	83,45	4,59	83	82,68	4,71	0,306082
Výška bodu daktylion	72	58,14	3,76	83	60,18	3,72	0,000914 ***
Rozpětí paží	72	155,49	7,86	83	155,37	7,76	0,922180
Výška vsedě	72	79,81	3,63	83	81,43	3,07	0,003091 **
Biakromiální šířka	72	33,83	2,44	83	32,92	2,21	0,016662 *
Transverzální průměr hrudníku	72	23,26	2,09	83	22,27	2,17	0,004454 **
Sagitální průměr hrudníku	72	16,89	2,54	83	15,72	1,96	0,001515 **
Bikristální šířka	72	23,39	2,27	83	23,80	2,09	0,240421
Bispinální šířka	72	20,84	2,29	83	20,32	2,04	0,137006
Obvod hrudníku přes mesosternale	72	72,64	9,11	83	74,05	7,38	0,290554
Obvod pasu	72	65,99	7,53	83	65,39	5,29	0,564677
Obvod břicha	72	70,58	8,37	83	71,81	6,51	0,306065
Obvod gluteální	72	81,35	10,05	83	83,41	5,95	0,116887
Obvod paže relaxované	72	22,88	2,79	83	22,79	2,12	0,824543
Obvod předloktí maximální	72	21,70	1,90	83	21,19	1,39	0,055431
Obvod stehna střední	72	43,46	7,92	83	44,14	3,45	0,479553
Obvod lýtky maximální	72	31,72	3,23	83	32,01	2,39	0,525775
Subischialní délka	72	75,63	4,08	83	75,00	4,00	0,333470

S výjimkou intermembrálního indexu byly mezi dvanáctiletými chlapci a děvčaty nalezeny statisticky významné rozdíly ve všech indexech. Na 5% hladině významnosti mají chlapci vyšší průměrnou hodnotu indexu rozpětí paží a tělesné výšky a indexu délky horní končetiny a subischialní délky. Statisticky vysoce významně vyšší jsou u chlapců průměrné hodnoty indexu délky horní končetiny a tělesné výšky, indexu délky horní končetiny a výšky vsedě a indexu subischialní délky a tělesné výšky ( $p < 0,001$ ). Naproti tomu dívky mají signifikantně vyšší průměrnou hodnotu indexu výšky vsedě a tělesné výšky ( $p < 0,001$ ).

**Tab. 13.91 - Intersexuální rozdíly indexů dvanáctiletých dětí (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

12,00–12,99 roku	Chlapci			Dívky			
Indexy	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	p-hodnota
Index rozpětí paží a TV	72	100,0	2,2	83	99,3	2,2	0,039433 *
Index délky horní končetiny a TV	72	43,9	1,3	83	42,9	1,2	0,000000 ***
Index výšky vsedě a TV	72	51,4	1,0	83	52,1	1,0	0,000006 ***
Index subischiální délky a TV	72	48,6	1,0	83	47,9	1,0	0,000006 ***
Intermembrální index	72	75,7	3,0	83	75,1	2,6	0,167913
Index délky horní končetiny a subischiální délky	72	90,4	3,1	83	89,4	2,9	0,043077 *
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	72	85,6	3,0	83	82,3	2,8	0,000000 ***

### 13.7.3 Intersexuální rozdíly u třináctiletých dětí

U třináctiletých chlapců byly na 0,1% hladině významnosti nalezeny významně vyšší průměrné hodnoty výšky bodu iliospinale, výšky bodu iliocristale, výšky bodu symphysion a subischiální délky. Na 1% hladině významnosti mají chlapci vyšší biakromiální šířku a na 5% hladině u nich byla zjištěna signifikantně vyšší průměrná hodnota rozpětí paží a maximálního obvodu předloktí. U dívek jsou na 5% hladině významnosti signifikantně vyšší průměrné hodnoty maximálního obvodu lýtky, gluteálního obvodu a bikristální šířky.

**Tab. 13.92 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů třináctiletých dětí (\* p < 0,05, \*\* p < 0,01, \*\*\* p < 0,001)**

<b>13,00–13,99 roku</b>	<b>Chlapci</b>			<b>Dívky</b>			
<b>Somatické parametry</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>p-hodnota</b>
Tělesná výška	85	164,86	8,77	84	162,87	6,59	0,096879
Tělesná hmotnost	85	52,63	11,02	84	51,84	9,48	0,619007
Výška bodu akromiale	85	134,62	7,45	84	133,06	5,97	0,135622
Výška bodu suprasternale	85	133,85	7,40	84	132,06	5,76	0,080896
Výška bodu iliocristale	85	102,82	6,17	84	99,54	5,07	0,000224 ***
Výška bodu iliospinale	85	96,68	6,17	84	93,25	4,82	0,000089 ***
Výška bodu symphysion	85	88,32	5,02	84	85,76	3,94	0,000309 ***
Výška bodu daktylion	85	62,19	4,22	84	62,60	3,68	0,501629
Rozpětí paží	85	165,18	9,40	84	162,17	7,08	0,019878 *
Výška vsedě	85	84,22	4,61	84	84,94	3,22	0,239915
Biakromiální šířka	85	35,80	2,54	84	34,77	2,32	0,006729 **
Transverzální průměr hrudníku	85	24,40	2,11	84	23,92	2,32	0,159079
Sagitální průměr hrudníku	85	17,41	2,14	84	16,79	2,30	0,070480
Bikristální šířka	85	24,36	1,91	84	25,20	2,51	0,015609 *
Bispinální šířka	85	22,19	2,27	84	22,22	2,32	0,928479
Obvod hrudníku přes mesosternale	85	77,21	7,01	84	79,24	7,25	0,066396
Obvod pasu	85	68,45	6,57	84	67,22	5,18	0,179389
Obvod břicha	85	73,00	9,57	84	74,87	6,82	0,146076
Obvod gluteální	85	86,49	7,73	84	89,37	6,88	0,011439 *
Obvod paže relaxované	85	23,78	2,52	84	23,73	2,45	0,898587
Obvod předloktí maximální	85	22,82	1,84	84	22,24	1,72	0,035114 *
Obvod stehna střední	85	45,11	5,24	84	46,55	4,27	0,051487
Obvod lýtky maximální	85	32,91	2,91	84	33,88	2,83	0,028966 *
Subischialní délka	85	80,65	4,68	84	77,90	3,90	0,000054 ***

V kategorii třináctiletých byla stejně jako u dvanáctiletých a čtrnáctiletých dívek zjištěna signifikantně vyšší průměrná hodnota indexu výšky vsedě a tělesné výšky ( $p < 0,001$ ). Ostatní statisticky významné rozdíly ve prospěch chlapců byly shledány u indexu délky horní končetiny a tělesné výšky ( $p < 0,01$ ) a vysoce významné rozdíly u indexu výšky vsedě a tělesné výšky, indexu subischialní délky a tělesné výšky a u indexu délky horní končetiny a výšky vsedě ( $p < 0,001$ ).



**Tab. 13.93 – Intersexuální rozdíly indexů třináctiletých dětí (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

13,00–13,99 roku	Chlapci			Dívky			
Indexy	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	p-hodnota
Index rozpětí paží a TV	85	100,2	2,6	84	99,6	2,4	0,116289
Index délky horní končetiny a TV	85	43,9	1,3	84	43,3	1,3	0,001841 **
Index výšky vsedě a TV	85	51,1	0,9	84	52,2	0,9	0,000000 ***
Index subischialní délky a TV	85	48,9	0,9	84	47,8	0,9	0,000000 ***
Intermembrální index	85	75,0	2,9	84	75,6	2,9	0,188161
Index délky horní končetiny a subischialní délky	85	89,9	3,2	84	90,5	3,2	0,204785
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	85	86,0	3,1	84	83,0	3,0	0,000000 ***

### 13.7.4 Intersexuální rozdíly u čtrnáctiletých dětí

Nejvíce signifikantních rozdílů mezi chlapci a děvčaty bylo nalezeno ve věkové kategorii čtrnáctiletých dětí. Všechny průměrné hodnoty lineárních a šířkových parametrů jsou u chlapců statisticky významně vyšší ( $p < 0,001$ ) než u dívek, pouze výška bodu daktylion a bikristální šířka jsou signifikantní na 1% hladině významnosti. Z obvodových rozměrů je u chlapců statisticky významně vyšší průměrná hodnota obvodu paže relaxované ( $p < 0,05$ ) a maximálního obvodu předloktí ( $p < 0,001$ ). U čtrnáctiletých dívek byl zjištěn průměrně vyšší obvod hrudníku přes mesosternale, střední obvod stehna a maximální obvod lýtky. Na stanovených hladinách významnosti se ale nejednalo o statisticky významné rozdíly.

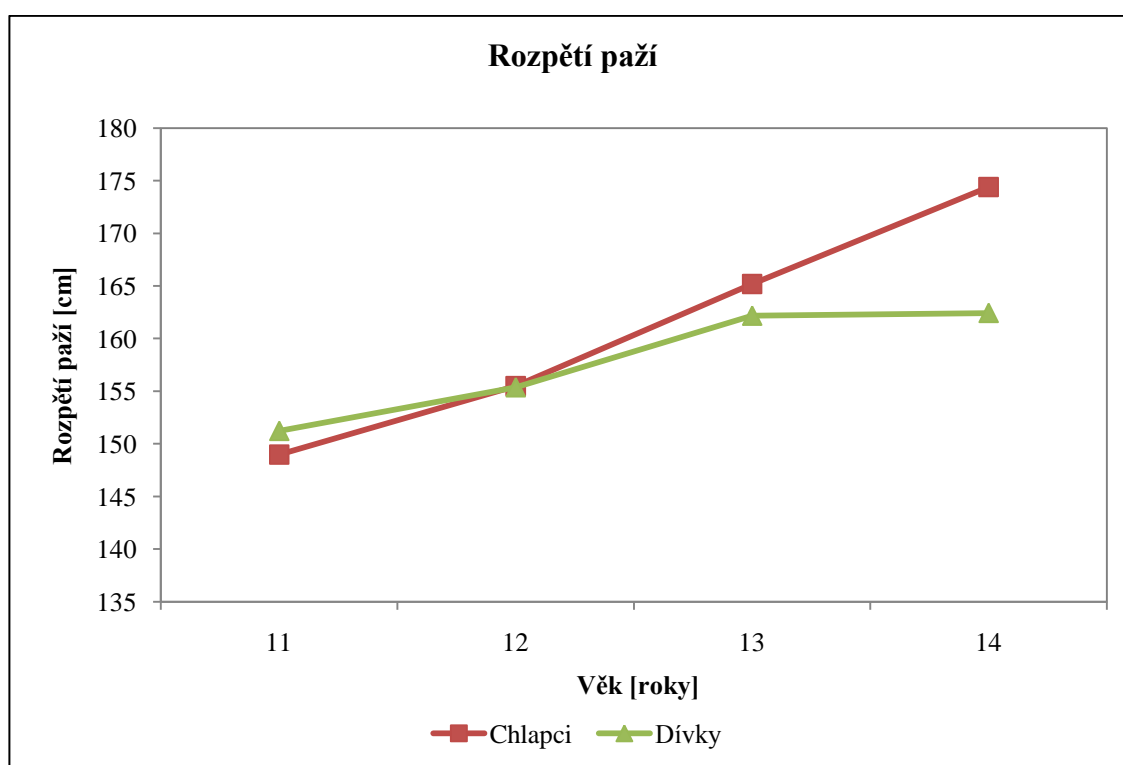
**Tab. 13.94 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů čtrnáctiletých dětí (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

<b>14,00–14,99 roku</b>	<b>Chlapci</b>			<b>Dívky</b>			
<b>Somatické parametry</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>N</b>	<b>Průměr</b>	<b>SD</b>	<b>p-hodnota</b>
Tělesná výška	82	173,11	8,17	82	163,53	6,87	0,000000 ***
Tělesná hmotnost	82	62,01	11,38	82	53,09	9,19	0,000000 ***
Výška bodu akromiale	82	141,50	7,66	82	133,48	6,17	0,000000 ***
Výška bodu suprasternale	82	140,50	6,81	82	132,64	6,14	0,000000 ***
Výška bodu iliocristale	82	107,89	6,30	82	99,09	5,46	0,000000 ***
Výška bodu iliospinale	82	100,75	6,09	82	92,42	5,21	0,000000 ***
Výška bodu symphysion	82	90,95	4,96	82	85,96	4,41	0,000000 ***
Výška bodu daktylion	82	64,98	4,39	82	62,99	3,56	0,001708 **
Rozpětí paží	82	174,40	8,79	82	162,43	8,11	0,000000 ***
Výška vsedě	82	88,63	4,15	82	85,84	3,62	0,000009 ***
Biakromiální šířka	82	38,35	2,49	82	34,08	2,23	0,000000 ***
Transverzální průměr hrudníku	82	26,08	2,08	82	23,45	2,43	0,000000 ***
Sagitální průměr hrudníku	82	18,78	1,76	82	16,93	2,38	0,000000 ***
Bikristální šířka	82	26,33	2,15	82	25,13	2,80	0,002482 **
Bispinální šířka	82	23,93	2,39	82	21,76	2,50	0,000000 ***
Obvod hrudníku přes mesosternale	82	81,79	7,37	82	83,05	7,07	0,266904
Obvod pasu	82	73,17	6,86	82	68,21	5,62	0,000001 ***
Obvod břicha	82	76,95	8,22	82	76,33	7,83	0,618926
Obvod gluteální	82	91,24	8,72	82	90,22	8,07	0,436788
Obvod paže relaxované	82	25,10	2,62	82	24,20	2,46	0,024168 *
Obvod předloktí maximální	82	24,57	1,93	82	22,29	1,59	0,000000 ***
Obvod stehna střední	82	46,61	4,30	82	47,87	4,59	0,070557
Obvod lýtky maximální	82	34,87	3,29	82	33,98	2,87	0,065281
Subischialní délka	82	84,47	4,61	82	77,70	4,00	0,000000 ***

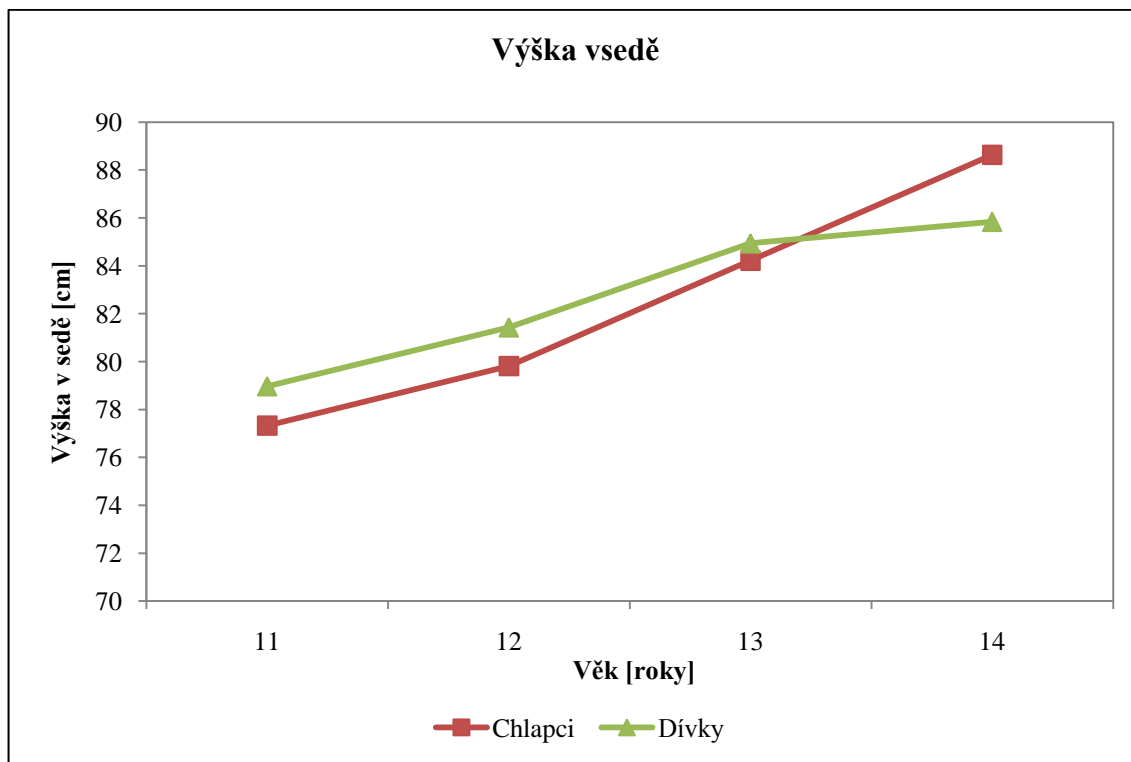
U čtrnáctiletých dětí byly zjištěny téměř stejné průměrné hodnoty pro intermembrální index a index délky horní končetiny a subischialní délky. Ostatní rozdíly průměrných indexových hodnot byly statisticky vysoce významné ( $p < 0,001$ ), u indexu výšky vsedě a tělesné výšky ve prospěch dívek, u ostatních indexů ve prospěch chlapců.

**Tab. 13.95 – Intersexuální rozdíly indexů čtrnáctiletých dětí (\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ )**

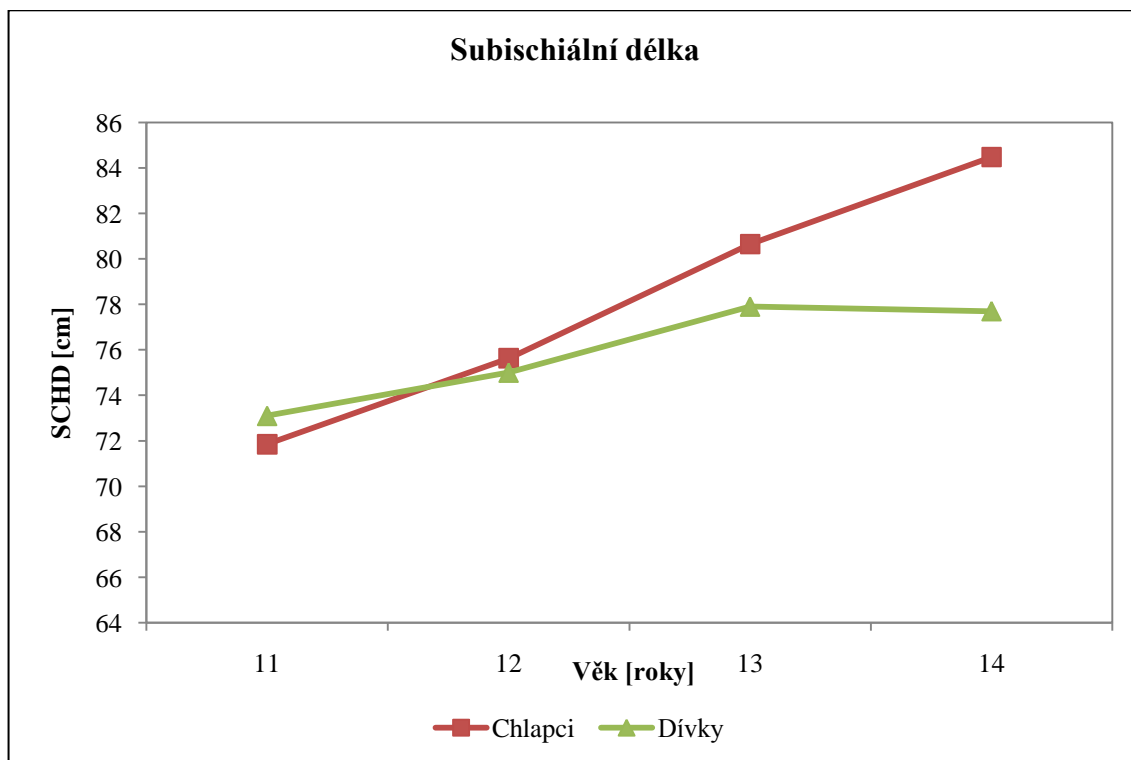
14,00–14,99 roku	Chlapci			Dívky			
Indexy	N	Průměr	SD	N	Průměr	SD	p-hodnota
Index rozpětí paží a TV	82	100,8	2,3	82	99,3	2,4	0,000105 ***
Index délky horní končetiny a TV	82	44,2	1,2	82	43,1	1,3	0,000000 ***
Index výšky vsedě a TV	82	51,2	0,9	82	52,5	1,1	0,000000 ***
Index subischialní délky a TV	82	48,8	0,9	82	47,5	1,1	0,000000 ***
Intermembrální index	82	76,0	2,8	82	76,3	3,0	0,559595
Index délky horní končetiny a subischialní délky	82	90,6	3,1	82	90,8	3,3	0,749636
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	82	86,3	2,8	82	82,1	3,1	0,000000 ***



**Obr. 13.10 – Srovnání růstu rozpětí paží u pubertálních chlapců a dívek**



Obr. 13.11 – Srovnání růstu výšky vsedě u pubertálních chlapců a dívek



Obr. 13.12 – Srovnání růstu subischiální délky u pubertálních chlapců a dívek (SCHD = subischiální délka)

### 13.7.5 Diskuze

Celkově lze v mezipohlavních rozdílech pozorovat vyšší průměrné hodnoty somatických parametrů u chlapců. Průměrné hodnoty lineárních parametrů jsou ale vyšší u jedenáctiletých dívek, vlivem časnějšího nástupu puberty. Tyto dívky jsou v průměru o 2,87 cm vyšší než stejně staří chlapci. Horní hranice období, ve kterém jsou dívky v průměru vyšší než chlapci, je u našeho souboru shodná s CAV 2001 (Vignerová et al., 2006) a se Semilongitudinální studií (Bláha et al., 2006). Tato mez je dvanáct let a souvisí s pokračujícím posunem doby dospívání chlapců do mladšího věku. Dvanáctileté dívky jsou v průměru o 1,02 cm vyšší než chlapci stejné věkové kategorie a třináctileté dívky jsou již v průměru o 1,99 cm menšího vzrůstu oproti stejně starým chlapcům našeho souboru. U čtrnáctiletých je intersexuální rozdíl tělesné výšky již vysoce signifikantní (9,58 cm).

Průměrný pohlavní rozdíl v tělesné hmotnosti u jedenáctiletých dětí činí 1 kg ve prospěch dívek, od kategorie dvanáctiletých byla dále shledána vyšší tělesná hmotnost u chlapců a čtrnáctiletí chlapci mají tělesnou hmotnost již o 8,92 kg vyšší než čtrnáctileté dívky.

Trvale vyšší průměrné hodnoty mají pubertální dívky v obvodových parametrech (střední obvod stehna a obvod hrudníku přes mesosternale), statisticky významně vyšší je však pouze průměrná hodnota středního obvodu stehna u jedenáctiletých dívek. Intersexuální rozdíl v průměrné hodnotě obvodu pasu je v jedenácti letech nejmenší a téměř vyrovnaný u obou pohlaví (0,01 cm). Vlivem postupného zúžování pasu u dívek byly dále vyšší průměrné hodnoty tohoto parametru pozorovány u chlapců. Signifikantně vyšší je však průměrná hodnota obvodu pasu pouze u čtrnáctiletých chlapců, ve srovnání s dívkami v průměru o 4,96 cm. Průměrné hodnoty gluteálního obvodu a obvodu břicha mají vyšší dívky do čtrnácti let (statisticky významně vyšší gluteální obvod byl pozorován u jedenáctiletých a třináctiletých dívek). Čtrnáctiletí chlapci našeho souboru mají mírně větší gluteální obvod i větší obvod břicha, nejedná se však o statisticky významné mezipohlavní rozdíly.

U chlapců byly také zjištěny vyšší průměrné hodnoty šířkových rozměrů. Nejvýraznější intersexuální rozdíly jsou v těchto parametrech u čtrnáctiletých dětí. Chlapci této věkové kategorie mají všechny průměry šířkových rozměrů signifikantně vyšší. Výjimkou je bikristální šířka, výrazněji rozvinutá u dívek do 13 let. Třináctileté dívky mají také mírně vyšší průměrnou hodnotu bispinální šířky. Zřetelný pohlavní dimorfismus vykazuje u chlapců biakromiální šířka (signifikantně vyšší ve všech věkových kategoriích kromě jedenáctiletých) a transversální a sagitální průměr hrudníku (signifikantně vyšší s výjimkou třináctiletých). Průměrné hodnoty indexů jsou vyšší ve prospěch chlapců, s výjimkou indexu výšky vsedě a tělesné výšky, který je

ve všech věkových kategoriích vyšší u dívek. Od dvanácti let je intersexuální rozdíl v hodnotách indexu výšky vsedě a tělesné výšky vysoce signifikantní. Výška vsedě je tedy u dívek ve srovnání s chlapci relativně delší vzhledem k tělesné výšce. U třináctiletých a čtrnáctiletých dívek byla dále zjištěna mírně vyšší průměrná hodnota intermembrálního indexu a indexu délky horní končetiny a subischialní délky. V souladu se Semilongitudinální studií (Bláha et al., 2006) je horní končetina u chlapců ve srovnání s dívkami všech věkových kategorií relativně delší vzhledem k tělesné výšce a k výšce vsedě. Ve vztahu k subischialní délce je však horní končetina u chlapců delší jen do věku dvanáct let (včetně).

### **13.8 Metody stanovení horního a dolního segmentu těla**

Horní i dolní segment těla lze stanovit více způsoby. Výška bodu symphysis je přímou mírou dolního segmentu a definuje jej jednoznačně. Měření tohoto somatického parametru je však obtížné a vyžaduje odbornou zkušenost. U pubertálních chlapců je toto měření poměrně svízelné a může být proto zatíženo větší chybou než nepřímé stanovení dolního segmentu těla. Také je nutno obeznámit správně probanda s měřením výšky bodu symphysis, aby bylo možno správně tento bod palpat. K rutinnímu měření přesného a jednoznačného stanovení délky dolního segmentu je tedy potřebná velká zkušenost antropologa a pro orientační posouzení vertikální tělesné proporcionality doporučuji volit spíše nepřímé stanovení délky dolního segmentu, s využitím subischialní délky. Porovnání výšky bodu symphysis a subischialní délky ukázalo významný rozdíl ( $p < 0,001$ ) mezi těmito parametry ve všech věkových kategoriích (viz příloha na CD). Významně vyšší hodnoty byly zjištěny u výšky bodu symphysis. Jedná se tedy o rozměry poskytující různou informaci a při měření dolního segmentu je vždy nutno uvést, která metoda byla použita.

Výška bodu iliospinale anterius je parametrem délky dolních končetin. S využitím Hermovy korekce se jedná o nejpřesnější metodu stanovení délky dolních končetin. Při měření tohoto parametru je však nutno zohlednit rozměry pánve. V naší práci byl porovnán rozdíl mezi subischialní délkou a nekorigovanou výškou bodu iliospinale anterius. Výsledky ukazují, že nižším hodnotám subischialní délky je přiřazována výrazně vyšší hodnota výšky bodu iliospinale anterius a rozdíly mezi nimi jsou statisticky vysoce významné. Tabulka porovnání těchto parametrů a graf jejich závislostí je součástí přílohy na CD. Jedná se tedy o odlišné markery lineární tělesné proporcionality. Převodní tabulky mezi výškou bodu iliospinale anterius a subischialní délkou v závislosti na tělesné výšce a pohlaví jsou součástí Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006).

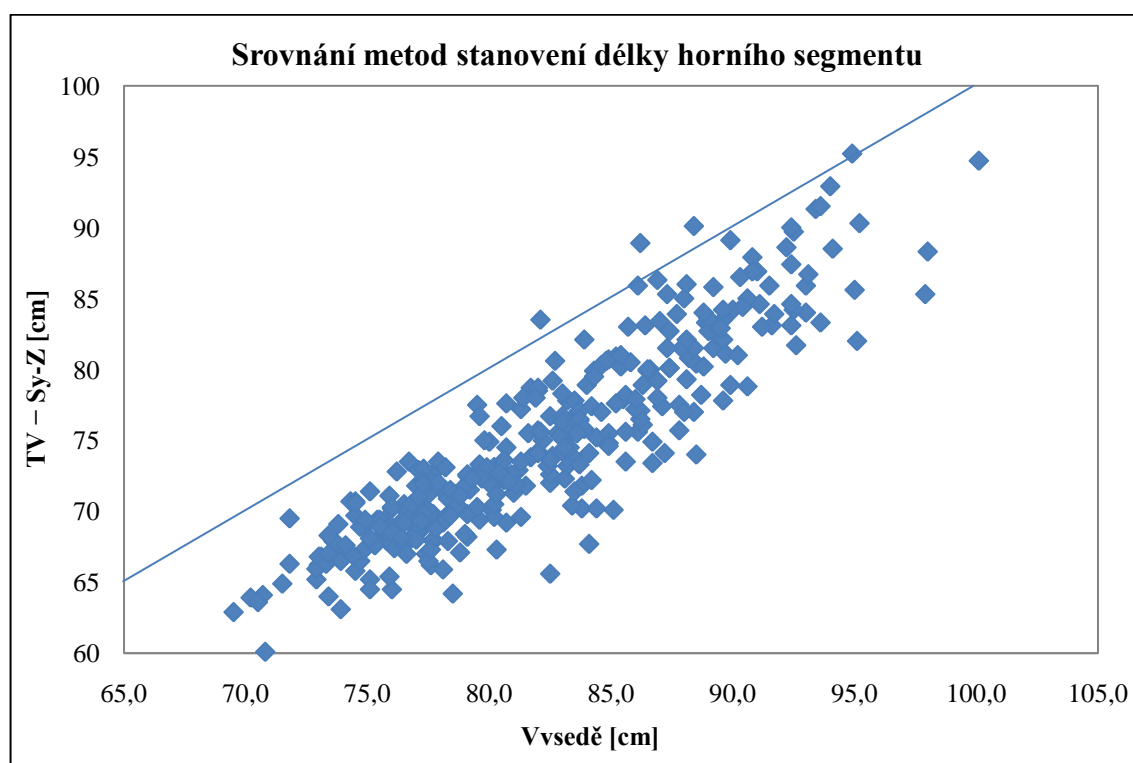
Subischialní délka je projekční míra, která se získá odečtením výšky vsedě od tělesné výšky. Výška vsedě sdružuje výšku hlavy, krku, trupu a tkáň kryjící sedací hrboly (Bláha et al., 2006). Jedná se tedy o složený rozměr a u obézních dětí může vlivem přítomnosti tukových polštářů na sedacích hrbolech docházet ke zkreslení výsledků měření. Při hodnocení výšky vsedě je také nutno dbát na správný posed a držení těla dítěte (Dangour et al., 2002), aby nedocházelo k systematické chybě měření.

Naší snahou bylo ověřit, zda je pro běžné stanovení horního segmentu těla vhodnější používat měření výšky vsedě, či zda je lepší hodnotit projekční míru, danou rozdílem tělesné výšky a výšky bodu symphysis. I při porovnání metod stanovení horního segmentu těla přímým a nepřímým měřením byly shledány vysoce signifikantní rozdíly (viz příloha na CD). Použitím

F-testu byly hodnoceny rozptyly metod stanovení horního segmentu těla v jednotlivých věkových kategoriích a na 10% hladině významnosti bylo shledáno, že u třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců je nepřímé měření horního segmentu těla zatíženo větší chybou. Důvodem může být horší spolupráce s dospívajícími chlapci, kteří se chovají impulsivně, a hůře se s nimi komunikuje. Pro běžné orientační hodnocení horního segmentu v ambulanci lékaře doporučuji proto u pubertálních chlapců posuzovat horní segment pomocí výšky vsedě.

**Tab. 13.96 – Porovnání rozptylů metod stanovení horního segmentu těla (TV = tělesná výška, Sy-Z = výška bodu symphysis, Vvsedě = výška vsedě)**

Porovnání metod stanovení HS							
Věkové kategorie	TV – Sy-Z		Vvsedě				
	N	SD	N	SD	R	F	1/F
10,00–10,99	29	2,32	29	2,40	0,94	1,88	0,53
11,00–11,99	78	3,88	78	3,38	1,32	1,46	0,69
12,00–12,99	72	4,06	72	3,63	1,25	1,48	0,67
13,00–13,99	85	5,63	85	4,61	1,49	1,43	0,70
14,00–14,99	82	5,83	82	4,15	1,98	1,44	0,69



**Obr. 13.13 – Srovnání metod stanovení délky horního segmentu (TV = tělesná výška, Sy-Z = výška bodu symphysis, Vvsedě = výška vsedě)**

### 13.9 Korelace lineárních parametrů

Pro posouzení vzájemné síly vztahů lineárních parametrů byla sestrojena korelační matice. Mezi všemi porovnávanými znaky byla nalezena velmi těsná lineární závislost (Tab. 13.97). Celých



99 % společné variability ( $r = 0,99$ ) dosahovala tělesná výška a výška bodu akromiale, tělesná výška a výška bodu suprasternale a výška bodu akromiale s výškou bodu suprasternale. Vysoká míra lineární závislosti byla zjištěna také mezi subischiální délkou a dalšími parametry (tělesnou výškou ( $r = 0,98$ ), výškou bodu akromiale ( $r = 0,97$ ), výškou bodu suprasternale ( $r = 0,97$ )) a mezi výškou vsedě a tělesnou výškou ( $r = 0,97$ ). Rozpětí paží a tělesná výška dosahovaly 96 % společné variability, stejně jako u prepubertálních chlapců (Kočová, 2008) a dívek (Dvořáková, 2008). Nejmenší vzájemná lineární závislost byla zjištěna mezi dvojicí znaků délka horní končetiny a výška bodu daktylion ( $r = 0,81$ ). Pro sledování vývoje lineární závislosti během pubertálního období byly stanoveny také matice pro jednotlivé věkové kategorie chlapců.

**Tab. 13.97 – Korelační matice lineárních parametrů chlapců ve věku 10,00–14,99 roku**

	Tělesná výška	Výška bodu akromiale	Výška bodu suprasternale	Výška bodu iliocristale	Výška bodu iliospinale	Výška bodu daktylion	Rozpětí paží	Výška vsedě	Subischiální délka	Délka horní končetiny
<b>Tělesná výška</b>	1,00	0,99	0,99	0,95	0,94	0,93	0,96	0,97	0,98	0,94
<b>Výška bodu akromiale</b>	0,99	1,00	0,99	0,95	0,94	0,95	0,95	0,95	0,97	0,95
<b>Výška bodu suprasternale</b>	0,99	0,99	1,00	0,95	0,95	0,94	0,96	0,95	0,97	0,94
<b>Výška bodu iliocristale</b>	0,95	0,95	0,95	1,00	0,95	0,90	0,94	0,90	0,95	0,91
<b>Výška bodu iliospinale</b>	0,94	0,94	0,95	0,95	1,00	0,89	0,92	0,89	0,94	0,91
<b>Výška bodu daktylion</b>	0,93	0,95	0,94	0,90	0,89	1,00	0,87	0,90	0,92	0,81
<b>Rozpětí paží</b>	0,96	0,95	0,96	0,94	0,92	0,87	1,00	0,93	0,94	0,94
<b>Výška vsedě</b>	0,97	0,95	0,95	0,90	0,89	0,90	0,93	1,00	0,90	0,91
<b>Subischiální délka</b>	0,98	0,97	0,97	0,95	0,94	0,92	0,94	0,90	1,00	0,92
<b>Délka horní končetiny</b>	0,94	0,95	0,94	0,91	0,91	0,81	0,94	0,91	0,92	1,00

### 13.9.1 Vývoj korelací lineárních parametrů během pubertálního období

Růstová dynamika jednotlivých parametrů se odráží v síle korelační závislosti. Vývoj vzájemných vztahů lineárních parametrů byl proto posouzen i pro jednotlivé věkové kategorie chlapců, aby byla zachycena případná přechodná disproporcionalita lineární tělesné stavby během puberty. U desetiletých nebyla kvůli nízké četnosti probandů korelační matice analyzována. Korelační matice lineárních parametrů pro jednotlivé věkové kategorie jsou součástí přílohy na CD.

Nejvyšší síla lineární závislosti během pubertálního období byla zjištěna mezi výškou bodu akromiale a suprasternale ( $r = 0,97–0,98$ ) a dále mezi tělesnou výškou a dalšími parametry, tj. výškou bodu akromiale ( $r = 0,95–0,98$ ) a výškou bodu suprasternale ( $r = 0,95–0,98$ ). Více než 90 % společné variability bylo shledáno mezi tělesnou výškou a parametry vertikální

proporcionality (výška vsedě a subischiální délka). Nejstabilnější vývoj lineární závislosti se během puberty vyskytuje u dvojic parametrů rozpětí paží a tělesné výšky ( $r = 0,89-0,90$ ); výšky bodu suprasternale a výšky bodu akromiale ( $r = 0,97-0,98$ ); výšky vsedě a rozpětí paží ( $r = 0,82-0,83$ ). Nejnížší míra korelace byla zjištěna u dvojice délka horní končetiny a výška bodu daktylion ( $r = 0,51-0,67$ ), s poklesem lineární závislosti ve dvanácti letech. Tento pokles souvisí v pubertě s akcelerací růstu horní končetiny do délky, kdy výška bodu akromiale narůstá více než výška bodu daktylion. Vztah mezi těmito parametry je proto volnější. Ze stejného důvodu byla i mezi výškou bodu daktylion a dalšími parametry (výška bodu iliocristale, výška bodu iliospinale, rozpětí paží, subischiální délka, výška vsedě) shledán pokles korelační závislosti ve dvanácti letech. Mezi výškou bodu daktylion a rozpětím paží byl shledán mírnější pokles korelační závislosti také ve čtrnácti letech (stejně tak ve dvojici výšky bodu daktylion s výškou bodu iliocristale).

Také při porovnání délky horní končetiny s ostatními sledovanými parametry došlo k mírnému poklesu vývoje lineární závislosti ve dvanácti letech. Výraznější pokles byl shledán mezi délkou horní končetiny a rozpětím paží (hodnota korelačního koeficientu klesla ve dvanácti letech z 0,91 na 0,86), délkou horní končetiny a výškou vsedě (pokles z 0,82 na 0,75) a mezi délkou horní končetiny a subischiální délkou (pokles z 0,84 na 0,79). Toto rozvolnění vzájemných vztahů lze vysvětlit přechodnou disproporcionalitou jednotlivých částí těla, kdy subischiální délka dosahuje vrcholu růstové rychlosti dříve než tělesná výška a délka horní končetiny (které mají stejnou dynamiku růstu). Výška vsedě dosahuje maximální růstové rychlosti nejpозději (Sedlak et al., 2007).

Ve třinácti letech vzájemná síla lineární závislosti délky horní končetiny s ostatními parametry mírně vzrostla a dále byl vývoj těchto korelací již vyrovnaný. Téměř shodný trend vývoje byl zaznamenán mezi dvojicemi parametrů výška vsedě s výškou bodu akromiale a výška vsedě s výškou bodu suprasternale. U těchto dvojic došlo mírnému poklesu lineární závislosti ve dvanácti letech a hodnota tohoto korelačního koeficientu ( $r = 0,89$ ) se v dalších letech u obou dvojic již neměnila.

Také při porovnání korelací subischiální délky s ostatními parametry byl u dvanáctiletých shledán mírný pokles lineární závislosti, nejvýraznější mezi dvojicí subischiální délka a výška vsedě, kdy hodnota korelačního koeficientu klesla z hodnoty 0,81 na 0,71. U třináctiletých chlapců korelace subischiální délky s ostatními parametry (s výjimkou výšky bodu suprasternale a výšky bodu iliospinale) opět narůstají a u čtrnáctiletých klesá mírně lineární závislost u dvojic subischiální délky s tělesnou výškou, výškou vsedě, rozpětím paží a výškou bodu iliocristale.

### **13.10 Kazuistiky**

K ilustraci hodnocení proporcionality tělesné stavby v klinické praxi byli ze souboru vybráni čtyři chlapci s rozdílným vzorcem růstu a byly k nim sestaveny individuální morfogramy, které graficky znázorňují odchylky jednotlivých znaků od věkové specifické populační normy. Referenční hodnoty průměrů a směrodatných odchylek pro jednotlivé parametry, projektivní míry a indexy byly použity ze Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006). Pro parametr rozpětí paží, index rozpětí paží a tělesné výšky a index subischialní délky a výšky vsedě byly použity průměry a směrodatné odchylky vypočtené z dat našeho souboru. Ke stanovení výškového věku, hmotnostně-výškového poměru a BMI byl použit program Růst CZ (verze 2.1) a v jednotlivých případech byla zhodnocena také vertikální proporcionalita.

#### **13.10.1 Chlapec průměrného vzrůstu s proporcionální tělesnou stavbou**

Jako příklad chlapce průměrného vzrůstu s proporcionální tělesnou stavbou byl z našeho souboru vybrán T. H., s průměrnými a proporcionálními hodnotami tělesné hmotnosti, lineárních parametrů, projektivních měr a indexů (Tab. 13.98). Ke dni měření měl tento chlapec 12,1 roku a stanovený výškový věk 11,67 roku. Rozdíl výškového a chronologického věku u něj činil  $-0,43$  roku a T. H. byl tedy svou dosaženou výškou (150,8 cm) mírně menšího vzrůstu vzhledem k věku ( $-0,52$  SD). V percentilovém grafu tělesné výšky se umístil na 35. percentilu, tedy v pásmu hodnot pro střední postavu. SD-skóre tělesné hmotnosti ( $-0,54$  SD) měl T. H. mírně nižší oproti referenční populaci, v souladu s nižším SD-skóre dosažené tělesné výšky. Podle hmotnostně-výškového poměru byl tedy v růstovém grafu zařazen do pásma průměrných hodnot (34. percentil) a i podle BMI (32. percentil) byl proporcionální. Všechny sledované somatometrické parametry byly u tohoto chlapce proporcionálně sníženy a proporcionalitu tělesné stavby potvrzují i nízké hodnoty SD-skóre vypočtených indexů. T. H. byl téměř plně proporcionální v hodnocení intermembrálního indexu ( $-0,07$  SD), pomocí kterého se posuzuje poměr horních a dolních končetin. Nízká odchylka od normy byla zjištěna také u indexu délky horní končetiny a subischialní délky ( $-0,19$  SD). Proporcionální růst délky horních končetin a subischialní délky potvrzuje také velmi nízká hodnota rozdílu jejich Perkalových indexů (0,09). Nízký rozdíl hodnot rozpětí paží a tělesné výšky (1,8 cm) ukazuje na proporcionální růst horních končetin vzhledem k tělesné výšce, čemuž nasvědčují i nízké hodnoty SD-skóre indexu rozpětí paží a tělesné výšky ( $-0,49$  SD) a indexu délky horní končetiny a tělesné výšky (0,23 SD). Porovnáním Perkalových indexů (Tab. 13.99) byla zjištěna největší intraindividuální disproportionality mezi subischialní délkou a výškou vsedě (0,51). Zhodnocením indexu subischialní délky a výšky vsedě (0,32 SD) lze u tohoto chlapce předpokládat vyšší dynamiku růstu subischialní délky oproti výšce vsedě, což v tomto věku odpovídá akcelerační fázi

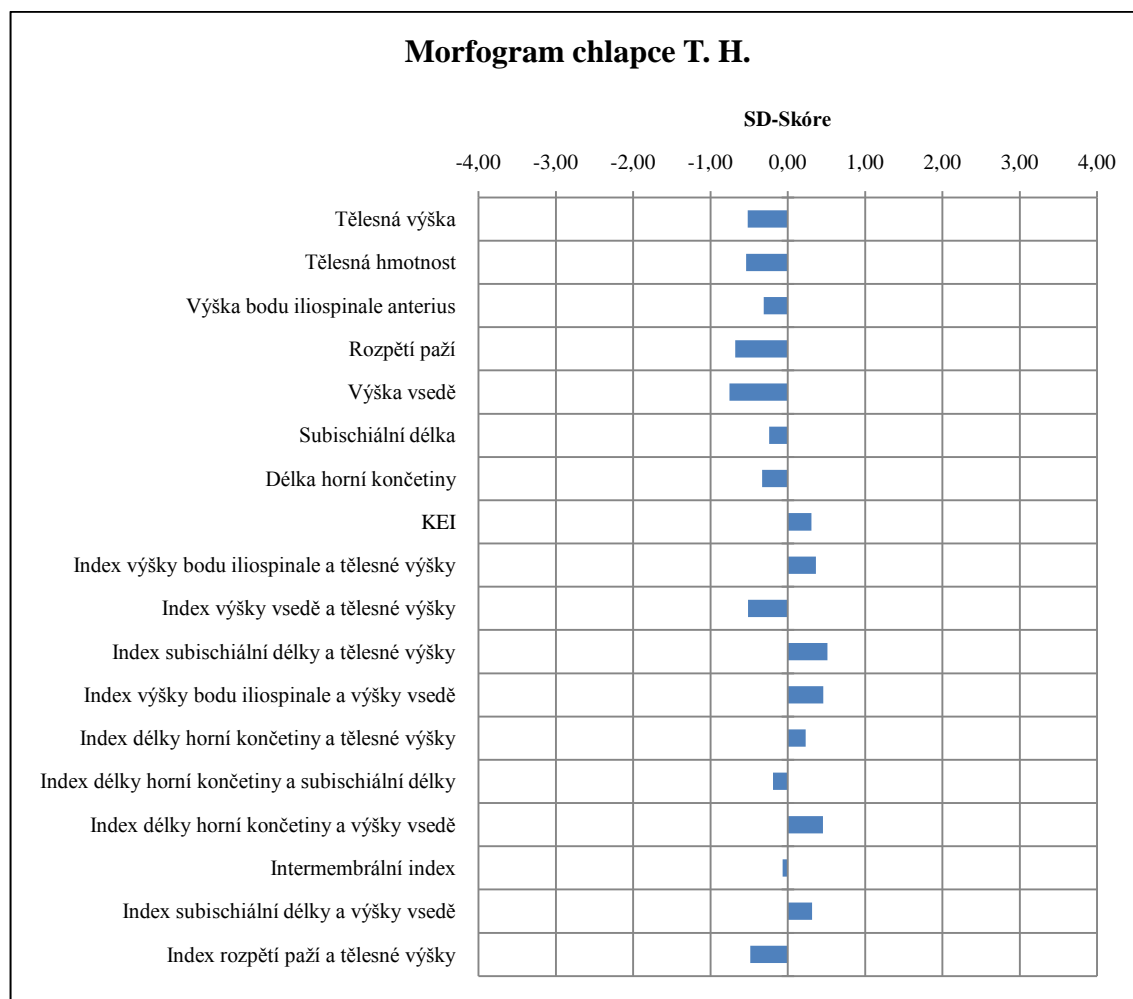
pubertálního spurtu. Oproti tomu vrchol pubertálního urychlení výšky vsedě nastává až těsně před 14. rokem (Sedlak et al., 2007). Porovnáním Perkalových indexů výšky vsedě a tělesné výšky je tento chlapec ještě téměř plně proporcionální (0,03). Závěrem lze říct, že tento chlapec je vzhledem ke svému kalendářnímu věku vývojově průměrný (s hodnotou SD-skóre KEI 0,31SD) a ve vztahu k populační normě průměrného vzrůstu, s vyrovnanou proporcionalitou těla.

**Tab. 13.98 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce T.H.**

<b>Somatické parametry a indexy</b>	<b>Hodnota</b>	<b>SD</b>
Tělesná výška [cm]	150,80	-0,52
Tělesná hmotnost [kg]	38,30	-0,54
Výška bodu iliospinale anterius [cm]	87,20	-0,31
Rozpětí paží [cm]	149,00	-0,68
Výška vsedě [cm]	77,00	-0,75
Subischiální délka [cm]	73,80	-0,24
Délka horní končetiny [cm]	66,10	-0,33
KEI	0,76	0,31
Index výšky bodu iliospinale a tělesné výšky	57,82	0,36
Index výšky vsedě a tělesné výšky	51,06	-0,51
Index subischiální délky a tělesné výšky	48,94	0,51
Index výšky bodu iliospinale a výšky vsedě	113,25	0,46
Index délky horní končetiny a tělesné výšky	43,83	0,23
Index délky horní končetiny a subischiální délky	89,57	-0,19
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	85,84	0,45
Intermembrální index	75,80	-0,07
Index subischiální délky a výšky vsedě	95,84	0,32
Index rozpětí paží a tělesné výšky	98,81	-0,49

**Tab. 13.99 – Porovnání Perkalových indexů chlapce T.H.**

<b>Rozdíly hodnot Perkalových indexů</b>					
<b>TV – Vvsedě</b>	<b>TV – DHK</b>	<b>TV – SCHD</b>	<b>DHK – Vvsedě</b>	<b>Vvsedě – SCHD</b>	<b>DHK – SCHD</b>
0,03	0,39	0,48	0,42	0,51	0,09



**Obr. 13.14 – Morfogram chlapce T. H.**

### **13.10.2 Chlapec malého vzrůstu s vývojovým opožděním**

Chlapec P. H. byl ze souboru vybrán pro ilustraci jedince malého vzrůstu s vývojovým opožděním. P. H. bylo v den měření 13,43 roku, ale program Růst CZ mu přiřadil podle dosažené výšky věk nižší, 11,82 roku. Na základě difference výškového a chronologického věku (–1,61 roku) byl tento chlapec zařazen do pásma mírně podprůměrného vzrůstu (–1,26 SD) a podle výrazné odchylky biologické zralosti, stanovené na základě KEI (–1,87 SD) byl vývojově opožděn. V percentilovém grafu tělesné výšky zaujal P. H. pozici na 7. percentilu, což svědčí o malé postavě tohoto chlapce. Ačkoliv tělesná hmotnost nevykazovala výraznou odchylku od normy (SD-skóre tělesné hmotnosti se lišilo jen o 0,5 SD), hodnocením hmotnostně-výškového poměru odpovídal P. H. 96. percentilu a byla u něj tedy zjištěna nadměrná tělesná hmotnost hraničící s obezitou. Stejně tak dle hodnoty indexu tělesné hmotnosti BMI (23,4) byl chlapci přiřazen 94. percentil, což přibližně odpovídalo zařazení podle jeho hmotnostně-výškového poměru. Z morfogramu tělesné stavby P. H. (Obr. 13.15) lze

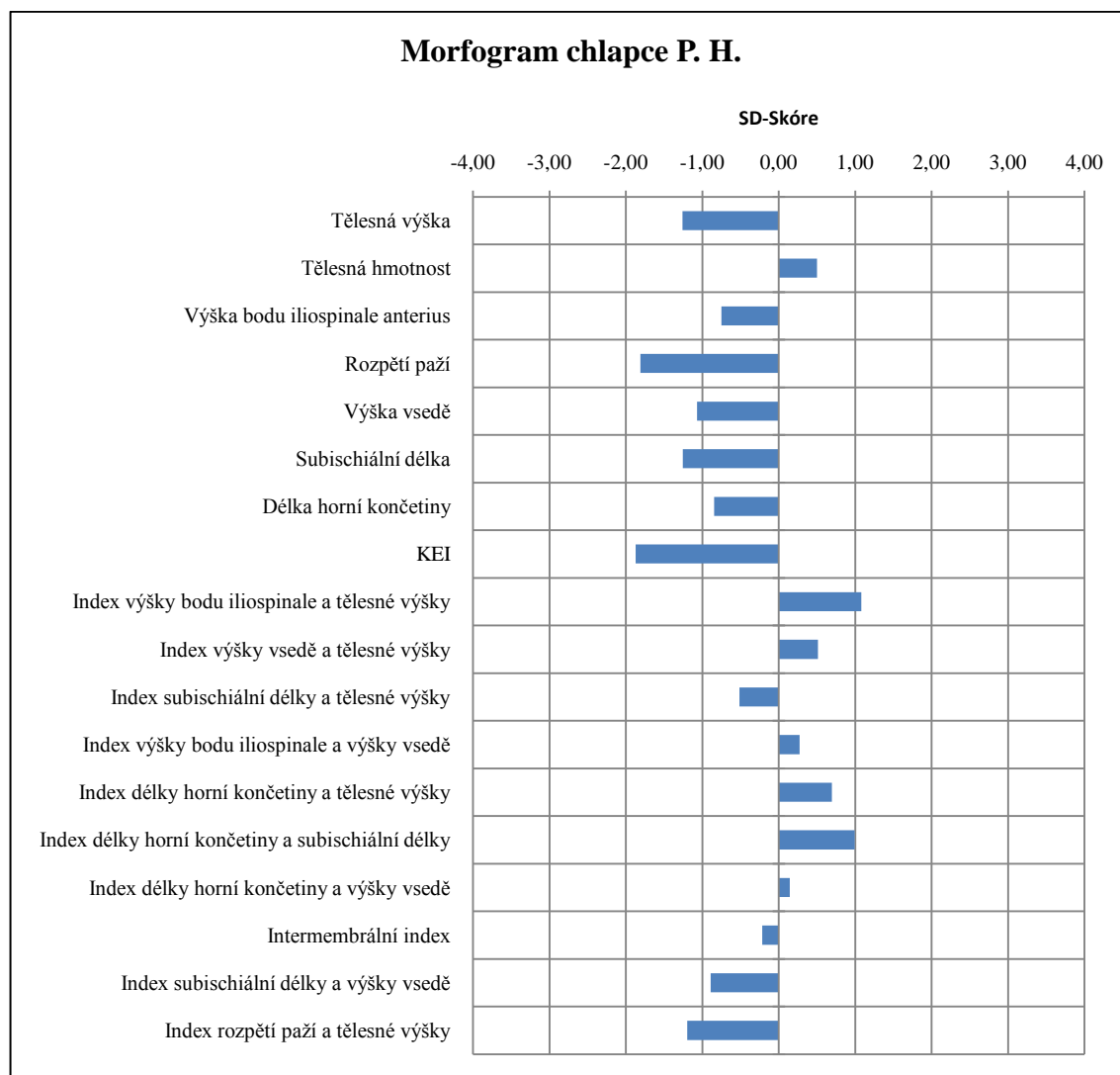
vyčíst, že všechna SD-skóre parametrů lineární tělesné proporcionality jsou u tohoto chlapce podprůměrná oproti referenční populaci, avšak žádná z těchto hodnot nepřesahuje hranici  $-2$  SD. Chlapec má tedy normální menší proporcionální vzrůst, s vyrovnanou vertikální proporcionalitou (hodnota rozdílu SD-skóre subischální délky a výšky vsedě je pouze 0,19). Také výsledné hodnoty rozdílů Perkalových indexů jsou nízké a potvrdily tedy intraindividuální proporcionalitu lineárních parametrů (Tab. 13.100). Zhodnocením tělesné proporcionality s ohledem na biologickou zralost můžeme u tohoto chlapce předvídat růstový vzorec případného konstitučního opoždění růstu a puberty. Komplikací však je narušená hmotnostně-výšková proporcionalita, kdy u jedinců s nadváhou může dojít k překotnému pubertálnímu růstu se sníženou finální tělesnou výškou.

**Tab. 13.100 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce P.H.**

Somatické parametry a indexy	Hodnota	S.D.
Tělesná výška [cm]	151,80	-1,26
Tělesná hmotnost [kg]	54,00	0,50
Výška bodu iliospinale anterius[cm]	89,40	-0,75
Rozpětí paží [cm]	146,00	-1,81
Výška vsedě [cm]	78,80	-1,07
Subischální délka [cm]	73,00	-1,26
Délka horní končetiny [cm]	67,50	-0,85
KEI	0,69	-1,87
Index výšky bodu iliospinale a tělesné výšky	58,89	1,08
Index výšky vsedě a tělesné výšky	51,91	0,51
Index subischální délky a tělesné výšky	48,09	-0,51
Index výšky bodu iliospinale a výšky vsedě	113,45	0,27
Index délky horní končetiny a tělesné výšky	44,47	0,69
Index délky horní končetiny a subischální délky	92,47	0,99
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	85,66	0,14
Intermembrální index	75,50	-0,22
Index subischální délky a výšky vsedě	92,64	-0,89
Index rozpětí paží a tělesné výšky	96,18	-1,20

**Tab. 13.101 – Porovnání Perkalových indexů chlapce P.H. (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischální délka)**

Rozdíly hodnot Perkalových indexů					
TV – Vvsedě	TV – DHK	TV – SCHD	DHK – Vvsedě	Vvsedě – SCHD	DHK – SCHD
0,28	0,50	0,10	0,22	0,19	0,41



Obr. 13.15 – Morfogram chlapce P. H.

### 13.10.3 Chlapec vyššího věku s vývojovým urychlením

Jako třetí byl ze souboru vybrán chlapec R. V., vyššího věku (SD-skóre tělesné výšky 1,36 SD), akcelerovaný ve vývoji (SD-skóre KEI 1,89 SD). Jeho výškový věk (15,02 roku) se od chronologického věku (13,27 roku) lišil o 1,75 roku a byl tedy zařazen do pásma nadprůměrného věku. Vysoké postavě odpovídá i jeho umístění v percentilové síti tělesné výšky (92. percentil). Také u tělesné hmotnosti byla zaznamenána vyšší odchylka od normy v kladné části jeho morfogramu (1,64 SD) (Obr. 13.16) a hmotnostně-výškový poměr tomuto chlapci přiřadil pozici 93. percentilu, značící nadměrnou hmotnost. Hodnota BMI (21,34) dosáhla 84. percentilu a jeho tělesná konstituce je tedy považována za robustní. Vyrovnaná vertikální proporcionalita, daná rozdílem SD-skóre subischialní délky a výšky vsedě, udává hodnotu 0,19 a poukazuje na přiměřený růst horního a dolního segmentu těla. Vyšší míra disproportionality byla zjištěna hodnocením rozpětí paží a tělesné výšky. Hodnota rozdílu

těchto parametrů výrazně překročila limit proporcionality ( $\pm 5$  cm) na 12 cm, a tedy i indexová hodnota rozpětí paží a tělesné výšky přesáhla normální hranici proporcionality o 2,2 SD. Důvodem je zřejmě přechodná disproporcionalita v tomto věku, daná rozdílnou růstovou dynamikou hrudníku. Pro ověření předpokládaného většího rozvoje hrudníku u tohoto chlapce bylo (s využitím dat Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006)) stanoveno SD-skóre jeho transversální šířky hrudníku. Vysoká hodnota SD-skóre tohoto šířkového parametru (1,89 SD) potvrzuje přechodnou disproporcionalitu mezi tělesnou výškou a rozpětím paží, danou větším rozvojem hrudníku. Také posouzením SD-skóre lineárních parametrů (Tab. 13.102) je nevyšší odchylka patrná u rozpětí paží (2,37 SD). Hraniční hodnotu normální variability znaku přesáhla i délka horní končetiny (2,13 SD) a výška bodu iliospinale anterius (2,21 SD). Velmi nízká hodnota SD-skóre intermembrálního indexu však poukazuje na vyrovnanou proporcionalitu těchto parametrů ( $-0,23$  SD). Disproporcionalita lineárních parametrů a tedy ani délek končetin, však na základě Perkalových indexů potvrzena nebyla (Tab. 13.103). U chlapce R. V. lze tedy usuzovat na suspektní konstituční urychlení růstu a puberty.

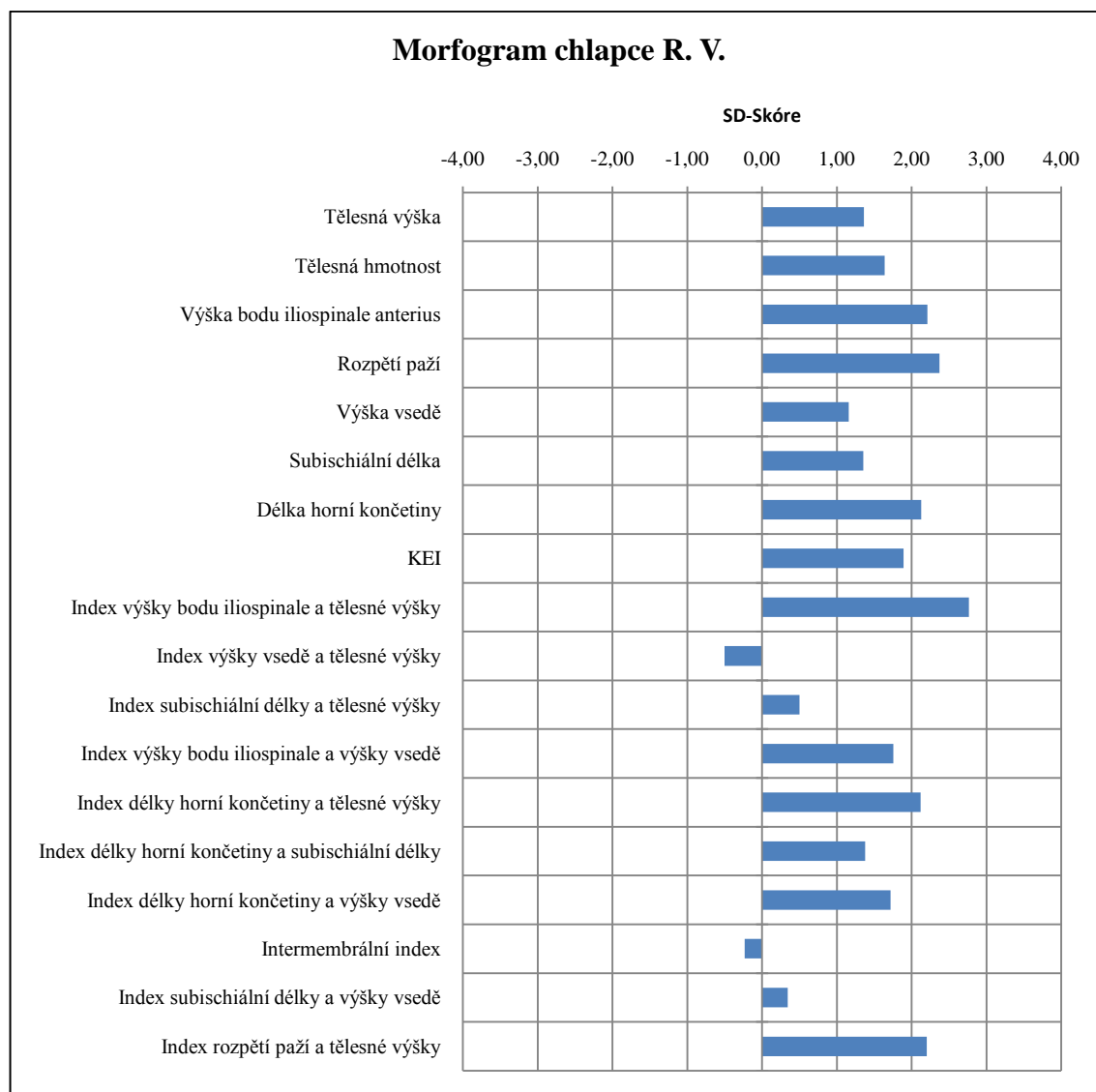
**Tab. 13.102 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce R.V.**

Somatické parametry a indexy	Hodnota	S.D.
Tělesná výška [cm]	174,00	1,36
Tělesná hmotnost [kg]	64,60	1,64
Výška bodu iliospinale anterius [cm]	106,00	2,21
Rozpětí paží [cm]	186,00	2,37
Výška vsedě [cm]	88,40	1,16
Subischiální délka [cm]	85,60	1,35
Délka horní končetiny [cm]	80,00	2,13
KEI	0,91	1,89
Index výšky bodu iliospinale a tělesné výšky	60,92	2,77
Index výšky vsedě a tělesné výšky	50,80	-0,50
Index subischiální délky a tělesné výšky	49,20	0,50
Index výšky bodu iliospinale a výšky vsedě	119,91	1,75
Index délky horní končetiny a tělesné výšky	45,98	2,12
Index délky horní končetiny a subischiální délky	93,46	1,38
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	90,50	1,72
Intermembrální index	75,47	-0,23
Index subischiální délky a výšky vsedě	96,83	0,34
Index rozpětí paží a tělesné výšky	106,90	2,20

**Tab. 13.103 – Porovnání Perkalových indexů chlapce R.V. (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischiální délka)**

Rozdíly hodnot Perkalových indexů					
TV – Vvsedě	TV – DHK	TV – SCHD	DHK – Vvsedě	Vvsedě – SCHD	DHK – SCHD
0,01	0,96	0,18	0,97	0,19	0,78





**Obr. 13.16 – Morfogram chlapce R. V.**

#### **13.10.4 Chlapec nadměrného vzrůstu s narušenou lineární proporcionalitou tělesné stavby**

Na základě porovnání přirozených Perkalových indexů byl ze souboru proporcionálních chlapců vyloučen J. K., s narušenou lineární proporcionalitou tělesné stavby. U tohoto jedince byla zjištěna výrazná růstová akcelerace, s dosaženou tělesnou výškou 188,5 cm v 13,77 roku (SD-skóre tělesné výšky 2,54 SD). J. K. byl však vývojově průměrný, s hodnotou SD-skóre KEI indexu -0,27 SD. Výškový věk u J. K. stanoven nebyl, neboť byla překročena limitní hodnota, tedy aktuální průměrná výška pro českou adultní populaci. Zařazením do percentilové sítě tělesné výšky tento chlapec zaujal ve svém věku pozici 100. percentilu a dle BMI (25,16) odpovídal 97. percentilu, tedy hranici začínající obezity. Největší odchylku od normy ve

sledovaných parametrech u J. K. vykazuje tělesná hmotnost (s hodnotou SD-skóre 3,66). Z morfogramu tělesné stavby (Obr. 13.17) lze vyčíst, že se J. K. liší ve všech parametrech lineární proporcionality o více než 2,5SD, s výjimkou SD-skóre výšky vsedě. Hodnota SD-skóre výšky vsedě je sice také výrazněji vyšší od normy, nenaznačuje však patologicky nadměrný růst. Z indexových hodnot (Tab. 13.104) poukazuje na disproportionální růst především index délky horní končetiny a výšky vsedě (2,99 SD) a index subischialní délky a výšky vsedě (2,59 SD). Délka horní končetiny a subischialní délka tedy rostou vzhledem k výšce vsedě intenzivněji než je tomu u referenční populace. Hodnoty indexu subischialní délky a tělesné výšky (2,28 SD) a indexu délky horní končetiny a tělesné výšky (2,14 SD) jsou zvýšené vzhledem k referenční populaci proporcionálně, čemuž odpovídá zjištěná intraindividuální proporcionalita horní končetiny a subischialní délky vzhledem k tělesné výšce. Naopak při porovnání Perkalových indexů délky horní končetiny a subischialní délky vzhledem k výšce vsedě byl potvrzen výrazně disproportionální růst (Tab. 13.105). Disproportionálně vyšší hodnotu vykazuje i tělesná výška vzhledem k výšce vsedě, vyjádřeno indexem výšky vsedě a tělesné výšky (-2,28 SD). Hodnota rozdílu Perkalových indexů tělesné výšky a výšky vsedě činí 1,43 a výrazně tedy překračuje stanovenou hranici intraindividuální proporcionality tělesné stavby. Také hodnota rozdílu SD-skóre subischialní délky a výšky vsedě (1,83) potvrzuje výraznou disproportionálnost mezi horním a dolním segmentem těla. Poměr rozpětí paží a tělesné výšky však nepřesahuje limitní hranici proporcionality (1,05) a přiměřený je u J. K. také rozdíl hodnot rozpětí paží a tělesné výšky. Vzhledem k výrazné lineární disproportionálnosti a celkovému nadměrnému vzrůstu při normální biologické zralosti lze u tohoto chlapce předpokládat suspektní růstovou patologii.

**Tab. 13.104 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce J.K.**

<b>Somatické parametry a indexy</b>	<b>Hodnota</b>	<b>S.D.</b>
Tělesná výška [cm]	188,50	2,54
Tělesná hmotnost [kg]	89,40	3,66
Výška bodu iliospinale anterius [cm]	111,20	2,73
Rozpětí paží [cm]	192,00	2,78
Výška vsedě [cm]	91,70	1,39
Subischiální délka [cm]	96,80	3,22
Délka horní končetiny [cm]	86,70	3,24
KEI	0,78	-0,27
Index výšky bodu iliospinale a tělesné výšky	58,99	1,08
Index výšky vsedě a tělesné výšky	48,65	-2,28
Index subischiální délky a tělesné výšky	51,35	2,28
Index výšky bodu iliospinale a výšky vsedě	121,26	1,92
Index délky horní končetiny a tělesné výšky	45,99	2,14
Index délky horní končetiny a subischiální délky	89,57	-0,11
Index délky horní končetiny a výšky vsedě	94,55	2,99
Intermembrální index	77,97	1,06
Index subischiální délky a výšky vsedě	105,56	2,59
Index rozpětí paží a tělesné výšky	101,86	0,74

**Tab. 13.105 – Porovnání Percalových indexů chlapce J.K. (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischiální délka)**

<b>Rozdíly hodnot Percalových indexů</b>					
<b>TV – Vvsedě</b>	<b>TV – DHK</b>	<b>TV – SCHD</b>	<b>DHK – Vvsedě</b>	<b>Vvsedě – SCHD</b>	<b>DHK – SCHD</b>
1,43	0,42	0,40	1,85	1,83	0,02



Obr. 13.17 – Morfogram chlapce J. K.

### 13.11 Doporučení k hodnocení lineární tělesné proporcionality

Při hodnocení tělesné proporcionality se používá tzv. normalizování dat. Tento postup umožňuje stanovit odchylku získaných parametrů klinického souboru od referenční populace. Za normální je považováno rozmezí hodnot  $\pm 2$  SD. Vlivem vysoké variability v nástupu puberty často dochází k výskytu jedinců s fyziologickou variantou růstu mimo stanovenou mez normálních hodnot. Jedná se o případy familiárně malého/vysokého vzrůstu či konstitučního opoždění/urychlení růstu a puberty. Zachycení pravděpodobných normálních variant růstu je velmi důležité, protože zabrání zbytečné indikaci k léčbě jinak zdravého dítěte. Je tedy nutné hodnotit spolu s tělesnými charakteristikami také biologickou zralost jedince.

Vhodným postupem pro hodnocení tělesné proporcionality je stanovení SDS vybraných parametrů a sestavení morfogramu tělesné stavby jedince. Lze tak rychle posoudit, jak se tělesné charakteristiky odchylojí od referenční populace. Validnější je však při hodnocení

lineární proporcionality použití relativních hodnot znaků, které porovnávají relace jednotlivých parametrů s tělesnou výškou či vůči sobě navzájem. Například u dětí s nadměrným vzrůstem je předpoklad, že i ostatní lineární parametry budou větší. Pokud je některý tělesný segment kratší (ikdyž ve shodě s normativními daty), je disproporcionální vzhledem k individuálním parametrům jedince a jedná se o případ disproporcionálně nadměrného vzrůstu. Stejně tak v případě disproporcionálně malého vzrůstu eliminují indexy chyby v rámci interindividuální variability růstu, protože vztahují daný parametr k tělesné výšce jedince. Naproti tomu SDS absolutních hodnot jednotlivých znaků mnohdy tuto disproporcionalitu neodhalí.

Kromě poměru se posuzuje také rozdíl SD-skóre lineárních parametrů. V literatuře se uvádí, že rozdíl SD-skóre výšky vsedě a subischální délky je u plně proporcionálních postav nulový (Bouchalová, 1987). Na základě velmi nízkých výsledných hodnot tohoto rozdílu u chlapců našeho souboru doporučuji používat toto kritérium tělesné proporcionality v klinické praxi. Oproti tomu rozdíl rozpětí paží a tělesné výšky, který by u proporcionálních postav neměl přesahovat  $\pm 5$  cm, nedoporučuji posuzovat u pubertálních dětí. V souboru pubertálních chlapců i dívek (Frintová, 2008) a také u prepubertálních dětí (Dvořáková, 2008; Kočová 2008) se vyskytlo různě vysoké procento dětí přesahujících tuto mez proporcionality.

V ambulanci dětského lékaře (například endokrinologa) je potřeba alespoň odhadem hodnotit proporcionalitu tělesné stavby. Vzhledem k tomu, že pro hodnocení výšky vsedě a subischální délky se používají referenční standardy Curyšské longitudinální studie (Prader, et al., 1989), které již nejsou dostatečně validní, byly vypracovány popisné statistiky indexu subischální délky a výšky vsedě v rámci naší studie (Kap. 13.4). Tam, kde nám na pacientovi opravdu záleží, je nutno měřit alespoň dvěma nezávislými metodami (výška vsedě či subischální délka). Porovnání více tělesných parametrů umožňuje monitorovat léčbu a její vliv na horní i dolní segment těla. Hodnocení vztahu horního a dolního segmentu těla je tedy v klinické praxi velmi důležité. Vzhledem k tomu, že tyto segmenty lze stanovit více způsoby, je nutno vždy uvést, jaká metoda byla použita a nesměšovat výsledky přímého a nepřímého stanovení těchto parametrů vertikální proporcionality.

Měření tělesné výšky je důležité při sledování léčby a nutričního stavu dítěte. V některých případech však tělesnou výšku měřit nelze, například při imobilizaci po úraze. V případech, kdy není možno měřit tělesnou výšku přímo, se používají alternativní metody k monitoraci růstu dítěte (Canda, 2009). Růstová dynamika horní končetiny je shodná s vývojem růstové rychlosti tělesné výšky (Sedlak et al., 2007) a pro odhad tělesné výšky proto doporučuji používat rozpětí paží, tedy parametr, který má s tělesnou výškou vysokou míru společné variability. Popisné statistiky indexu rozpětí paží a tělesné výšky (Tab. 13.39) nejsou součástí referenčních

standardů současné populace a proto byly sestaveny na základě našich dat. Těsnou lineární závislost během pubertálního vývoje vykazuje také vztah výšky vsedě a rozpětí paží. Více než 90 % společné variability mají u chlapců naší studie také tělesná výška a parametry vertikální proporcionality.

## 14 Závěr

Ke správnému stanovení růstové diagnózy je důležité hodnotit lineární proporcionalitu tělesné stavby. V této studii byly zpracovány a zhodnoceny lineární somatické markery chlapců v období puberty. Proporcionální tělesná stavba probandů byla ověřena pomocí SD-skóre získaných dat a vzájemná proporcionalita lineárních parametrů (tělesná výška, výška vsedě, subischální délka, délka horní končetiny) byla posouzena s využitím přirozených Perkalových indexů. Období nástupu puberty je značně variabilní, a proto bylo kritérium proporcionality u všech chlapců hodnoceno s ohledem na jejich biologickou zralost (KEI). V souboru byl tímto zohledněn výskyt chlapců s případnými fyziologickými variantami růstu. Jedinci, u kterých vypočtené směrodatné odchylky parametrů překročily stanovenou mez normální variability hodnot, byli ze souboru vyloučeni tedy pouze v případě, že se u nich současně rozcházely výškový a vývojový trend biologické zralosti.

Po vyloučení disproporcionálních probandů zahrnoval soubor 346 chlapců, rozdělených do 5 věkových kategorií (10–14 let). Celkově největší procentuální zastoupení ve všech věkových skupinách tvoří chlapci výškově i vývojově průměrní. Dále byl shledán výraznější trend k podprůměrnému vzrůstu a k vývojové opožděnosti, což naznačuje růstový vzorec případného konstitučního opoždění růstu a puberty. Výjimkou jsou čtrnáctiletí, kde byl naopak zjištěn výrazně větší podíl vývojově i výškově akcelerovaných chlapců, se suspektním konstitučním urychlením růstu a puberty.

Porovnáním našeho souboru se současnou referenční populací byla ověřena reprezentativnost získaných dat a provedena charakterizace souboru. Vzhledem k CAV 2001 (Vignerová et al., 2006) jsou chlapci této studie srovnatelného vzrůstu, s výjimkou čtrnáctiletých, kteří jsou statisticky významně vyšší a mají i významně vyšší tělesnou hmotnost. Srovnání získaných dat se Semilongitudinální studií (Bláha et al., 2006) v půlročních věkových kategoriích umožnilo blíže specifikovat skupinu významně vyšších chlapců naší studie. Jedná se o jedince ve věku 14,50–14,99 roku. Tito chlapci jsou signifikantně vyšší, s proporcionálně delšími končetinami. Také tělesná hmotnost a indexy tělesné hmotnosti (BMI, Rohrerův index) jsou u těchto jedinců významně vyšší. Ostatní chlapci jsou při porovnání s touto referenční populací průměrného vzrůstu s proporcionální tělesnou stavbou.

Posouzení SD-skóre absolutních hodnot parametrů často nepostihne disproporcionální růst. Hodnocení relativních hodnot však podává cenné informace o postupu růstu a zároveň o proporčních vztazích lineárních markerů. Optimální volbou k hodnocení lineární tělesné proporcionality jsou tedy indexy, kdy je daný rozměr vztahován k tělesné výšce (či k jinému

parametru) a na základě vzájemných relací lze zachytit případnou disproportionálnost tělesné stavby.

Porovnáním se současnými referenčními standardy Semilongitudinální studie (Bláha et al., 2006) byla použitím jednovýběrového t-testu ověřena validita vypočtených indexů a bylo doloženo, že se změny tělesné proporcionality odvíjí od růstové dynamiky lineárních parametrů. V rámci průřezové charakteristiky věkových kategorií pubertálních chlapců byly tyto změny kvantifikovány u indexu subischialní délky a výšky vsedě a u indexu rozpětí paží a tělesné výšky. Popisné statistiky těchto indexů nejsou součástí referenčních standardů současné populace a byly tedy stanoveny s využitím dat naší studie.

Průměrné hodnoty indexu subischialní délky a výšky vsedě u pubertálních chlapců narůstají do třinácti let věku a u čtrnáctiletých byl zaznamenán pokles průměrné hodnoty tohoto indexu, v souladu s vrcholem pubertální růstové akcelerace výšky vsedě těsně před 14. rokem (Sedlak et al., 2007). Jen mírně narůstající hodnoty indexu rozpětí paží a tělesné výšky poukazují na proporcionální vývoj těchto parametrů a vysokou stabilitu jejich lineární závislosti.

Zjištěné intersexuální rozdíly mezi chlapci a děvčaty v pubertálním období (testované dvouvýběrovým t-testem) odpovídají změnám v dynamice růstu jejich lineárních parametrů. Chlapci vstupují do puberty později než dívky a pubertální růstové urychlení je u nich intenzivnější a delší. Horní hranice období, ve kterém jsou dívky v průměru vyšší než chlapci, je 12 let a souvisí s posunem doby dospívání chlapců do mladšího věku. Z indexových hodnot je patrné, že se intersexuální rozdíly odráží i ve vývoji tělesných proporcí. Horní končetina je u pubertálních chlapců ve srovnání se stejně starými dívkami vždy relativně delší vzhledem k tělesné výšce a k výšce vsedě, u dívek je v daném období relativně delší výška vsedě vzhledem k tělesné výšce.

Výběr vhodných somatických parametrů je velmi důležitý k posuzování lineární tělesné proporcionality. Některé rozměry, které je možno měřit jednoduše a přímo, jsou validnější. Je však potřeba dbát na správné držení těla probanda a jeho správný posed při měření výšky vsedě, aby nedocházelo k systematické chybě měření. Lineární parametry, které se obtížněji definují a palpují (výška bodu symphysion) vyžadují odbornou zkušenost. U parametrů, do kterých se promítá vývoj různých částí těla, je nutno zohlednit vyšší variabilitu, danou rozdílnou růstovou dynamikou jednotlivých částí těla. Vzhledem k nejednotnosti metod stanovení horního a dolního segmentu těla je důležité nesměšovat vybrané parametry a vždy uvést, která metoda byla použita. Každý parametr totiž dává jinou informaci.

Sledování vývoje korelační závislosti markerů lineární tělesné proporcionality umožnilo přednostně doporučit dvojice znaků, které vykazují největší stabilitu vývoje. Tyto lineární



parametry jsou vysoce geneticky determinované a lze je tedy s výhodou aplikovat v případech, kdy není možno měřit tělesnou výšku přímo. Pro odhad tělesné výšky doporučuji používat rozpětí paží, parametr, který s tělesnou výškou sdílí 96 % společné variability u pubertálních chlapců naší studie. Pro klinické využití lze také doporučit dvojici parametrů výška vsedě a rozpětí paží.

Jako ilustraci možného posouzení tělesné stavby předkládám kazuistiku čtyř chlapců s rozdílným vzorcem růstu a v práci je také na základě výsledků této studie podáno doporučení k běžnému hodnocení tělesné proporcionality v ambulanci lékaře.

Porovnání dat našeho souboru pubertálních chlapců se staršími českými studiemi (především z 80. a 90. let 20. století) a s Curyšskou longitudinální studií (Prader et al., 1989) pomocí dvouvýběrového t-testu ukazuje na možný náznak působení pozitivního sekulárního trendu tělesné výšky a hmotnosti u třináctiletých a čtrnáctiletých chlapců této studie. Zdá se, že působením sekulárního trendu se prodlužují končetiny i trup. Určité změny proporcionality jsou pravděpodobné v době pubertálního spurtu, který se stále posunuje do nižšího věku. Při porovnání s Curyšskou longitudinální studií (Prader et al., 1989) z let 1954–1980 mají chlapci našeho souboru vyšší průměrné hodnoty subischiální délky i výšky vsedě, ale subischiální délka roste výrazněji. Jedná se však jen o přechodnou disproporcionalitu, která odpovídá zvýšené dynamice růstu subischiální délky v tomto období.

Pro posouzení etnických a socioekonomických rozdílů bylo provedeno srovnání se zahraničními studiemi. Nejméně signifikantních rozdílů bylo zaznamenáno při srovnání s blízkou chorvatskou populací (Živičnjak et al., 2003), kdy byli všichni chlapci srovnatelně vysocí. Porovnáním se vzdálenější anglickou (Dangour et al., 2002) a baskickou (Rebato, 1997) populací jsou chlapci naší studie významně vyššího vzrůstu. Ve srovnání se vzdálenou populací venkovských Indů (Rao, Joshi, Kanade, 2000) byly shledány vysoce signifikantně vyšší průměrné hodnoty tělesné výšky a parametrů vertikální proporcionality ve všech věkových kategoriích chlapců této studie. Porovnáním se vzdálenou arabskou populací (Al-Sendi, Shetty, Musaiger, 2003) jsou naši chlapci signifikantně vyššího vzrůstu, ale srovnatelné tělesné hmotnosti. Statisticky významně vyšší hodnoty BMI u třináctiletých a čtrnáctiletých arabských chlapců souvisí s celosvětově vzrůstajícím trendem obezity i v těchto zemích.

## 15 Seznam tabulek

Tab. 12.1 – Četnost a průměrný věk chlapců dle destinného třídění.....	42
Tab. 12.2 – Četnost a průměrný věk chlapců v půlročních věkových kategoriích chlapců .....	42
Tab. 13.1 – Výsledky testování přesnosti a správné opakovatelnosti měření.....	54
Tab. 13.2 – Disproporcionalita dvojic znaků pubertálních chlapců před vyloučením z původního souboru (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischiální délka) .....	55
Tab. 13.3 – Zastoupení chlapců dle difference výškového a chronologického věku v jednotlivých věkových kategoriích.....	55
Tab. 13.4 – Procentuální zastoupení chlapců jednotlivých věkových skupin dle Sd-skóre KEI .....	56
Tab. 13.5 – Číselné označení příslušných kategorií rozdílu výškového a chronologického věku a SD-skóre KEI.....	57
Tab. 13.6 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u desetiletých chlapců.....	58
Tab. 13.7 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u jedenáctiletých chlapců.....	59
Tab. 13.8 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u dvanáctiletých chlapců.....	60
Tab. 13.9 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u třináctiletých chlapců.....	61
Tab. 13.10 – Tabulková procenta shody jednotlivých kategorií KEI a výškového věku u čtrnáctiletých chlapců .....	62
Tab. 13.11 – Popisné statistiky výšky bodu suprasternale.....	64
Tab. 13.12 – Popisné statistiky výšky bodu iliocristale .....	64
Tab. 13.13 – Popisné statistiky rozpětí paží .....	64
Tab. 13.14 – Průměrné hodnoty lineárních parametrů v % tělesné výšky .....	65
Tab. 13.15 – Porovnání tělesné výšky chlapců s CAV 2001 (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	68
Tab. 13.16 – Porovnání tělesné hmotnosti chlapců s CAV 2001 (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	68
Tab. 13.17 – Porovnání BMI chlapců s CAV 2001 (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	68
Tab. 13.18 – Porovnání tělesné výšky pybertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	69
Tab. 13.19 – Porovnání výšky bodu akromiale pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ).....	69
Tab. 13.20 – Porovnání výšky bodu daktylion pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ).....	70
Tab. 13.21 – Porovnání výšky bodu iliospinale anterius pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	71
Tab. 13.22 – Porovnání výšky vsedě u pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	71
Tab. 13.23 – Porovnání subischiální délky u pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ).....	72
Tab. 13.24 – Porovnání délky horní končetiny u pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ).....	72
Tab. 13.25 – Porovnání tělesné hmotnosti pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	73
Tab. 13.26 – Porovnání rohrerova indexu pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	73
Tab. 13.27 – Porovnání BMI pubertálních chlapců se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ).....	74
Tab. 13.28 – Porovnání indexu výšky vsedě a tělesné výšky se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	75
Tab. 13.29 – Porovnání indexu subischiální délky a TV se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	76

Tab. 13.30 – Porovnání indexu výšky bodu iliospinale a tělesné výšky se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	77
Tab. 13.31 – Porovnání indexu výšky bodu iliospinale a výšky vsedě se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	78
Tab. 13.32 – Porovnání intermembrálního indexu se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	78
Tab. 13.33 – Porovnání indexu délky horní končetiny a subischální délky se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	79
Tab. 13.34 – Porovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	80
Tab. 13.35 – Porovnání indexu délky horní končetiny a výšky vsedě se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	81
Tab. 13.36 – Průměrné hodnoty rozdílu SD-skóre dolního a horního segmentu těla.....	82
Tab. 13.37 – Popisné statistiky indexu subischální délky a výšky vsedě .....	83
Tab. 13.38 – Procentuální podíl chlapců s rozdílem rozpětí paží a tělesné výšky větším než ±5 cm.....	84
Tab. 13.39 – Popisné statistiky indexu rozpětí paží a tělesné výšky.....	85
Tab. 13.40 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s výsledky CAV 1991 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	87
Tab. 13.41 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky CAV 1991 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	87
Tab. 13.42 – Srovnání BMI s CAV 1991 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	87
Tab. 13.43 – Srovnání tělesné výšky s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	88
Tab. 13.44 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	88
Tab. 13.45 – Srovnání výšky vsedě chlapců s brněnskou růstovou studií 1961–1982 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	88
Tab. 13.46 – Srovnání subischální délky chlapců s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	89
Tab. 13.47 – Srovnání délky horní končetiny s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	89
Tab. 13.48 – Srovnání tělesné výšky s výsledky olomoucké studie (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	89
Tab. 13.49 – Srovnání tělesné hmotnosti s výsledky olomoucké studie (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	90
Tab. 13.50 – Srovnání tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	91
Tab. 13.51 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	91
Tab. 13.52 – Srovnání výšky bodu akromiale chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	92
Tab. 13.53 – Srovnání výšky bodu suprasternale chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	92
Tab. 13.54 – Srovnání výšky bodu iliospinale anteriorius chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	92
Tab. 13.55 – Srovnání výšky bodu symphysion chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	92
Tab. 13.56 – Srovnání výšky bodu daktylion chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	93
Tab. 13.57 – Srovnání délky horní končetiny chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	93
Tab. 13.58 – Srovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	93
Tab. 13.59 – Srovnání indexu výšky bodu iliospinale anteriorius a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	93
Tab. 13.60 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	95

Tab. 13.61 – Srovnání tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	95
Tab. 13.62 – Srovnání výšky bodu akromiale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	95
Tab. 13.63 – Srovnání výšky bodu suprasternale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	95
Tab. 13.64 – Srovnání výšky bodu daktylion chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	96
Tab. 13.65 – Srovnání výšky bodu iliocristale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	96
Tab. 13.66 – Srovnání výšky bodu iliospinale anterius chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	96
Tab. 13.67 – Srovnání výšky bodu symphysion chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	96
Tab. 13.68 – Srovnání délky horní končetiny chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	97
Tab. 13.69 – Srovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	97
Tab. 13.70 – Srovnání indexu výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	97
Tab. 13.71 – Srovnání Rohrerova indexu chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	97
Tab. 13.72 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky chorvatské studie 1997 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	98
Tab. 13.73 – Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky chorvatské studie 1997 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	99
Tab. 13.74 – Srovnání výšky bodu iliospinale anterius chlapců s výsledky chorvatské studie 1997 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	99
Tab. 13.75 – Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky Curyšské studie 1954–1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	100
Tab. 13.76 – Srovnání subischialní délky chlapců s výsledky Curyšské studie 1954–1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	100
Tab. 13.77 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky anglické studie 1995–1996 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	102
Tab. 13.78 - Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky anglické studie 1995–1996 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	102
Tab. 13.79 – Srovnání subischialní délky chlapců s výsledky anglické studie 1995–1996 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	102
Tab. 13.80 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s výsledky baskitské studie 1997 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	103
Tab. 13.81 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky baskitské studie 1997 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	103
Tab. 13.82 - Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky baskitské studie 1997 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	103
Tab. 13.83 – Srovnání výšky vsedě chlapců s výsledky indické studie 1992–1996 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	104
Tab. 13.84 – Srovnání subischialní délky chlapců s výsledky indické studie 1992–1996 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	104
Tab. 13.85 – Srovnání tělesné výšky chlapců s výsledky arabské studie 2000 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	105
Tab. 13.86 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s výsledky arabské studie 2000 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	105
Tab. 13.87 – Srovnání BMI chlapců s výsledky arabské studie 2000 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	105
Tab. 13.88 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů jedenáctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	108
Tab. 13.89 – Intersexuální rozdíly indexů jedenáctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	109

Tab. 13.90 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů dvanáctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	110
Tab. 13.91 - Intersexuální rozdíly indexů dvanáctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	111
Tab. 13.92 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů třináctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	112
Tab. 13.93 – Intersexuální rozdíly indexů třináctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	113
Tab. 13.94 – Intersexuální rozdíly somatometrických parametrů čtrnáctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	114
Tab. 13.95 – Intersexuální rozdíly indexů čtrnáctiletých dětí (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	115
Tab. 13.96 – Porovnání rozptylů metod stanovení horního segmentu těla (TV = tělesná výška, Sy-Z = výška bodu symphysis, Vvsedě = výška vsedě).....	120
Tab. 13.97 – Korelační matice lineárních parametrů chlapců ve věku 10,00–14,99 roku .....	121
Tab. 13.98 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce T.H. ....	124
Tab. 13.99 – Porovnání Percalových indexů chlapce T.H.....	124
Tab. 13.100 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce P.H. ....	126
Tab. 13.101 – Porovnání Percalových indexů chlapce P.H. (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischální délka).....	126
Tab. 13.102 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce R.V.....	128
Tab. 13.103 – Porovnání Percalových indexů chlapce R.V. (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischální délka).....	128
Tab. 13.104 – Hodnoty a SDS lineárních parametrů a indexů lineární tělesné proporcionality chlapce J.K.....	131
Tab. 13.105 – Porovnání Percalových indexů chlapce J.K. (TV = tělesná výška, Vvsedě = výška vsedě, DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischální délka).....	131

## 16 Seznam obrázků

Obr. 8.1 – Vývoj proporcí lidského těla od 2. měsíce nitroděložního vývoje do dospělosti (podle Robbins et al., 1928).....	15
Obr. 8.2 – Filipínská míra – hodnocení tělesné vyspělosti (Riegerová, Přidalová, Ulbrichová, 2006).....	17
Obr. 13.1 – Shoda KEI a výškového věku u desetiletých chlapců.....	58
Obr. 13.2 – Shoda KEI a výškového věku u jedenáctiletých chlapců.....	59
Obr. 13.3 – Shoda KEI a výškového věku u dvanáctiletých chlapců.....	60
Obr. 13.4 – Shoda KEI a výškového věku u třináctiletých chlapců.....	61
Obr. 13.5 – Shoda KEI a výškového věku u čtrnáctiletých chlapců.....	62
Obr. 13.6 – Růst vybraných parametrů lineární proporcionality u chlapců během puberty (TV = tělesná výška, Sst-Z = výška bodu suprasternale, Ic-Z = výška bodu iliocristale, Da-Da = rozpětí paží).....	65
Obr. 13.7 – Růst vybraných parametrů lineární proporcionality u chlapců během puberty (DHK = délka horní končetiny, SCHD = subischialní délka, Vvsedě = výška vsedě, Is-Z = výška bodu iliospinale anterius).....	66
Obr. 13.8 - Srovnání vývoje průměrných hodnot indexu subischialní délky a výšky vsedě u chlapců naší studie s Curyšskou longitudinální studií (Prader et al., 1989) (SCHD = subischialní délka, Vvsedě = výška vsedě).....	101
Obr. 13.9 – Srovnání vývoje hodnot výšky vsedě u chlapců naší, anglické, chorvatské a indické studie.....	106
Obr. 13.10 – Srovnání růstu rozpětí paží u pubertálních chlapců a dívek.....	115
Obr. 13.11 – Srovnání růstu výšky vsedě u pubertálních chlapců a dívek.....	116
Obr. 13.12 – Srovnání růstu subischialní délky u pubertálních chlapců a dívek (SCHD = subischialní délka).....	116
Obr. 13.13 – Srovnání metod stanovení délky horního segmentu (TV = tělesná výška, Sy-Z = výška bodu symphysis, Vvsedě = výška vsedě).....	120
Obr. 13.14 – Morfogram chlapce T. H. ....	125
Obr. 13.15 – Morfogram chlapce P. H. ....	127
Obr. 13.16 – Morfogram chlapce R. V. ....	129
Obr. 13.17 – Morfogram chlapce J. K. ....	132

## 17 Přílohy na CD

### 17.1 Seznam tabulek

Tab. A.1 – Popisné statistiky tělesné hmotnosti pro jednoleté věkové kategorie .....	1
Tab. A.2 – Popisné statistiky tělesné výšky pro jednoleté věkové kategorie .....	1
Tab. A.3 – Popisné statistiky výšky bodu akromiale pro jednoleté věkové kategorie .....	1
Tab. A.4 – Popisné statistiky výšky bodu suprasternale pro jednoleté věkové kategorie .....	1
Tab. A.5 – Popisné statistiky výšky bodu daktylion pro jednoleté věkové kategorie .....	2
Tab. A.6 – Popisné statistiky výšky bodu iliospinale anterius pro jednoleté věkové kategorie .....	2
Tab. A.7 – Popisné statistiky výšky bodu iliocristale pro jednoleté věkové kategorie .....	2
Tab. A.8 – Popisné statistiky výšky bodu iliocristale pro jednoleté věkové kategorie .....	2
Tab. A.9 – Popisné statistiky výšky bodu symphision pro jednoleté věkové kategorie .....	2
Tab. A.10 – Popisné statistiky výšky vsedě pro jednoleté věkové kategorie .....	3
Tab. A.11 – Popisné statistiky rozpětí paží pro jednoleté věkové kategorie .....	3
Tab. A.12 – Popisné statistiky biakromiální šířky pro jednoleté věkové kategorie .....	3
Tab. A.13 – Popisné statistiky bikristální šířky pro jednoleté věkové kategorie .....	3
Tab. A.14 – Popisné statistiky bispinální šířky pro jednoleté věkové kategorie .....	3
Tab. A.15 – Popisné statistiky transverzálního průměru hrudníku pro jednoleté věkové kategorie .....	4
Tab. A.16 – Popisné statistiky sagitálního průměru hrudníku pro jednoleté věkové kategorie .....	4
Tab. A.17 – Popisné statistiky obvodu hrudníku pro jednoleté věkové kategorie .....	4
Tab. A.18 – Popisné statistiky obvodu pasu pro jednoleté věkové kategorie .....	4
Tab. A.19 – Popisné statistiky obvodu břicha pro jednoleté věkové kategorie .....	4
Tab. A.20 – Popisné statistiky obvodu gluteálního pro jednoleté věkové kategorie .....	5
Tab. A.21 – Popisné statistiky obvodu paže relaxované pro jednoleté věkové kategorie .....	5
Tab. A.22 – Popisné statistiky obvodu předloktí maximálního pro jednoleté věkové kategorie .....	5
Tab. A.23 – Popisné statistiky obvodu stehna středního pro jednoleté věkové kategorie .....	5
Tab. A.24 – Popisné statistiky obvodu lýtka maximálního pro jednoleté věkové kategorie .....	5
Tab. A.25 – Popisné statistiky délky horní končetiny pro jednoleté věkové kategorie .....	6
Tab. A.26 – Popisné statistiky subischiální délky pro jednoleté věkové kategorie .....	6
Tab. A.27 – Popisné statistiky indexu rozpětí paží a tělesné výšky pro jednoleté věkové kategorie .....	6
Tab. A.28 – Popisné statistiky indexu subischiální délky a výšky vsedě pro jednoleté věkové kategorie .....	6
Tab. A.29 – Popisné statistiky indexu délky horní končetiny a tělesné výšky pro jednoleté věkové kategorie .....	6
Tab. A.30 – Popisné statistiky indexu délky horní končetiny a subischiální délky pro jednoleté věkové kategorie .....	7
Tab. A.31 – Popisné statistiky indexu výšky vsedě a tělesné výšky pro jednoleté věkové kategorie .....	7
Tab. A.32 – Popisné statistiky indexu subischiální délky a tělesné výšky pro jednoleté věkové kategorie .....	7
Tab. A.33 – Popisné statistiky intermembrálního indexu pro jednoleté věkové kategorie .....	7
Tab. A.34 – Popisné statistiky indexu výšky vsedě a tělesné výšky pro jednoleté věkové kategorie .....	7
Tab. A.35 – Popisné statistiky indexu délky horní končetiny a výšky vsedě pro jednoleté věkové kategorie .....	8
Tab. A.36 – Popisné statistiky indexu délky dolních končetin a tělesné výšky pro jednoleté věkové kategorie .....	8
Tab. A.37 – Popisné statistiky indexu délky dolních končetin a výšky vsedě pro jednoleté věkové kategorie .....	8
Tab. A.38 – Popisné statistiky Rohrerova indexu pro jednoleté věkové kategorie .....	8
Tab. A.39 – Popisné statistiky BMI pro jednoleté věkové kategorie .....	9

Tab. A.40 – Popisné statistiky tělesné hmotnosti pro půlroční věkové kategorie .....	9
Tab. A.41 – Popisné statistiky tělesné výšky pro půlroční věkové kategorie .....	9
Tab. A.42 – Popisné statistiky výšky bodu suprasternale pro půlroční věkové kategorie .....	10
Tab. A.43 – Popisné statistiky výšky bodu akromiale pro půlroční věkové kategorie .....	10
Tab. A.44 – Popisné statistiky výšky bodu iliocristale pro půlroční věkové kategorie.....	10
Tab. A.45 – Popisné statistiky výšky bodu iliospinale pro půlroční věkové kategorie .....	11
Tab. A.46 – Popisné statistiky výšky bodu symphision pro půlroční věkové kategorie .....	11
Tab. A.47 – Popisné statistiky výšky vsedě pro půlroční věkové kategorie.....	11
Tab. A.48 – Popisné statistiky výšky bodu daktylion pro půlroční věkové kategorie .....	12
Tab. A.49 – Popisné statistiky rozpětí paží pro půlroční věkové kategorie.....	12
Tab. A.50 – Popisné statistiky biakromiální šířky pro půlroční věkové kategorie.....	12
Tab. A.51 – Popisné statistiky bikristální šířky pro půlroční věkové kategorie .....	13
Tab. A.52 – – Popisné statistiky bispinální šířky pro půlroční věkové kategorie .....	13
Tab. A.53 – Popisné statistiky výšky traversálního průměru hrudníku pro půlroční věkové kategorie.....	13
Tab. A.54 – Popisné statistikysagitálního průměru hrudníku pro půlroční věkové kategorie.....	14
Tab. A.55 – Popisné statistiky obvodu hrudníku přes mesosternale pro půlroční věkové kategorie.....	14
Tab. A.56 – Popisné statistiky obvodu pasu pro půlroční věkové kategorie .....	14
Tab. A.57 – Popisné statistiky obvodu břicha pro půlroční věkové kategorie .....	14
Tab. A.58 – Popisné statistiky gluteálního obvodu pro půlroční věkové kategorie .....	15
Tab. A.59 – Popisné statistiky obvodu paže relaxované pro půlroční věkové kategorie.....	15
Tab. A.60 – Popisné statistiky maximálního obvodu předloktí pro půlroční věkové kategorie .....	15
Tab. A.61 – Popisné statistiky středního obvodu stehna pro půlroční věkové kategorie.....	16
Tab. A.62 – Popisné statistiky maximálního obvodu lýtky pro půlroční věkové kategorie .....	16
Tab. A.63 – Popisné statistiky délky horní končetiny pro půlroční věkové kategorie .....	16
Tab. A.64 – – Popisné statistiky subischiální délky pro půlroční věkové kategorie .....	17
Tab. A.65 – Popisné statistiky indexu rozpětí paží a tělesné výšky pro půlroční věkové kategorie.....	17
Tab. A.66 – Popisné statistiky indexu subischiální délky a výšky vsedě pro půlroční věkové kategorie.....	17
Tab. A.67 – Popisné statistiky indexu horní končetiny a tělesné výšky pro půlroční věkové kategorie.....	18
Tab. A.68 – Popisné statistiky indexu délky horní končetiny a subischiální délky pro půlroční věkové kategorie .....	18
Tab. A.69 – Popisné statistiky indexu výšky vsedě a tělesné výšky pro půlroční věkové kategorie.....	18
Tab. A.70 – Popisné statistiky subischiální délky a tělesné výšky pro půlroční věkové kategorie.....	19
Tab. A.71 – Popisné statistiky intermembrálního indexu pro půlroční věkové kategorie.....	19
Tab. A.72 – Popisné statistiky indexu délky horní končetiny a výšky vsedě pro půlroční věkové kategorie .....	19
Tab. A.73 – Popisné statistiky indexu délky dolní končetiny a tělesné výšky pro půlroční věkové kategorie .....	20
Tab. A.74 – Popisné statistiky indexu délky dolních končetin a výšky vsedě pro půlroční věkové kategorie .....	20
Tab. A.75 – Popisné statistiky Rohrerova indexu pro půlroční věkové kategorie .....	20
Tab. A.76 – Popisné statistiky BMI pro půlroční věkové kategorie.....	21
Tab. A.77 – Srovnání obvodu břicha s CAV 2001 (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	22
Tab. A.78 – Srovnání gluteálního obvodu s CAV 2001 (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	22
Tab. A.79 – Srovnání biakromiální šířky se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	23
Tab. A.80 – Srovnání bikristální šířky se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	23
Tab. A.81 – Srovnání obvodu hrudníku přes mesosternale se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ).....	23
Tab. A.82 – Srovnání obvodu břicha se Semilongitudinální studií (* $p < 0,05$ , ** $p < 0,01$ , *** $p < 0,001$ ) .....	24



Tab. A.83 – Srovnání gluteálního obvodu se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	24
Tab. A.84 – Srovnání obvodu relaxované paže se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	24
Tab. A.85 – Srovnání středního obvodu stehna se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	25
Tab. A.86 – Srovnání maximálního obvodu lýtky se Semilongitudinální studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	25
Tab. A.87 – Korelační matice u desetiletých chlapců .....	26
Tab. A.88 – Korelační matice u jedenáctiletých chlapců .....	27
Tab. A.89 Korelační matice u dvanáctiletých chlapců .....	28
Tab. A.90 Korelační matice u třináctiletých chlapců .....	29
Tab. A.91 – Korelační matice u čtrnáctiletých chlapců .....	30
Tab. A.92 – Srovnání tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	31
Tab. A.93 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	31
Tab. A.94 – Srovnání výšky bodu akromiale chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	31
Tab. A.95 – Srovnání výšky bodu suprasternale chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	31
Tab. A.96 – Srovnání výšky bodu iliospinale anterius chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	32
Tab. A.97 – Srovnání výšky bodu daktylion chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	32
Tab. A.98 – Srovnání délky horní končetiny chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	32
Tab. A.99 – Srovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	32
Tab. A.100 – Srovnání indexu výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	33
Tab. A.101 – Srovnání výšky bodu symphysion chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	33
Tab. A.102 – Srovnání tělesné hmotnosti chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	34
Tab. A.103 – Srovnání tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	34
Tab. A.104 – Srovnání výšky bodu akromiale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	34
Tab. A.105 – Srovnání výšky bodu suprasternale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	34
Tab. A.106 – Srovnání výšky bodu daktylion chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	35
Tab. A.107 – Srovnání výšky bodu iliocristale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	35
Tab. A.108 – Srovnání výšky bodu iliospinale anterius chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	35
Tab. A.109 – Srovnání délky horní končetiny chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	35
Tab. A.110 – Srovnání indexu délky horní končetiny a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	36
Tab. A.111 – Srovnání indexu výšky bodu iliospinale anterius a tělesné výšky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	36
Tab. A.112 – Srovnání Rohrerova indexu chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	36
Tab. A.113 – Srovnání výšky bodu symphysion chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	36

Tab. A.114 – Srovnání biakromiální šířky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	37
Tab. A.115 – Srovnání bikristální šířky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	37
Tab. A.116 – Srovnání bispinální šířky chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	37
Tab. A.117 – Srovnání transversálního průměru hrudníku chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	37
Tab. A.118 – Srovnání sagitálního průměru hrudníku chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	38
Tab. A.119 – Srovnání obvodu hrudníku přes mesosternale chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	38
Tab. A.120 – Srovnání obvodu břicha chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	38
Tab. A.121 – Srovnání gluteálního obvodu chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	38
Tab. A.122 – Srovnání obvodu paže relaxované chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	39
Tab. A.123 – Srovnání maximálního obvodu předloktí chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	39
Tab. A.124 – Srovnání středního obvodu stehna chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	39
Tab. A.125 – Srovnání obvodu lýtka maximálního chlapců s ČS. spartakiádou 1980 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	39
Tab. A.126 – Srovnání biakromiální šířky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	40
Tab. A.127 – Srovnání bikristální šířky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	40
Tab. A.128 – Srovnání bispinální šířky chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	40
Tab. A.129 – Srovnání transversálního průměru hrudníku chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	40
Tab. A.130 – Srovnání sagitálního průměru hrudníku chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	41
Tab. A.131 – Srovnání obvodu hrudníku přes mesosternale chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	41
Tab. A.132 – Srovnání obvodu břicha chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	41
Tab. A.133 – Srovnání gluteálního obvodu chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	41
Tab. A.134 – Srovnání obvodu paže relaxované chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	42
Tab. A.135 – Srovnání středního obvodu stehna chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	42
Tab. A.136 – Srovnání maximálního obvodu lýtka chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	42
Tab. A.137 – Srovnání maximálního obvodu předloktí chlapců s ČS. spartakiádou 1985 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	42
Tab. A.138 – Srovnání obvodu hrudníku přes mesosternale u chlapců s CAV 1991 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	43
Tab. A.139 – Srovnání obvodu břicha s CAV 1991 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	43
Tab. A.140 – Srovnání obvodu gluteálního s CAV 1991 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	43
Tab. A.141 – Srovnání obvodu paže relaxované s CAV 1991 (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	43
A.142 – Srovnání biakromiální šířky s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	44

Tab. A.143 – Srovnání transversálního průměru hrudníku s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	44
Tab. A.144 – Srovnání bikristální šířky s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	44
Tab. A.145 – Srovnání obvodu paže relaxované s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	44
Tab. A.146 – Srovnání obvodu předloktí s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	45
Tab. A.147 – Srovnání obvodu stehna středního s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	45
Tab. A.148 – Srovnání obvodu lýtky maximálního s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001).....	45
Tab. A.149 – Srovnání délky horní končetiny s brněnskou růstovou studií (* p < 0,05, ** p < 0,01, *** p < 0,001) .....	45
Tab. A.150 – Porovnání subischialní délky a výšky bodu symphysis (*** p < 0,001).....	46
Tab. A.151 – Porovnání subischialní délky a výšky bodu iliospinale (*** p < 0,001).....	46
Tab. A.152 – Porovnání projekční míry a přímé míry horního segmentu (*** p < 0,001) (TV = tělesná výška, Sy-Z = výška bodu symphysis, Vvsedě = výška vsedě) .....	46

## 17.2 Seznam obrázků

Obr. A.1 – Srovnání metod stanovení délky dolního segmentu (SCHD = subischialní délka, Sy-Z = výška bodu symphysis).....	47
Obr. A.2 – Stanovení poměru subischialní délky a výšky bodu symphysis v závislosti na tělesné výšce (SCHD = subischialní délka, Sy-Z = výška bodu symphysis, TV = tělesná výška).....	47
Obr. A.3 – Srovnání metod stanovení délky dolního segmentu (SCHD = subischialní délka, Is-Z = výška bodu iliospinale anterioris).....	48
Obr. A.4 – Závislost SD-skóre tělesné výšky (TV) na diferenci výškového (VV) a chronologického věku (CHV) v jednotlivých věkových kategoriích .....	49

## 18 Seznam použité literatury

- Agwu JC, Shaw NJ, Kirk J, Chapman S, Ravine D, Cole TRP. 1999. Growth in Sotos syndrome. *Arch Dis Child* 80:339–342.
- Al-Sendi AM, Shetty P, Musaiger AO. 2003. Anthropometric and body composition indicators of Bahraini adolescents. *Ann Hum Biol* 30:367–379.
- Ambler G. 2002. Overygrowth. *Best Pract Res Endocrinol Metab* 16:519–546.
- Aris RM, Stephens AR, Ontjes DA, Blackwood AD, Lark RK, Hensler MB, Neuringer IP, Lester GE. 2000. Adverse alterations in bone metabolism are associated with lung infection in adults with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med* 162:1674–1678.
- Bayer M, Kutílek Š, Feber J, Gut J. 2002. *Metabolická onemocnění skeletu u dětí*. Praha: Grada Publishing, a. s.
- Bláha P et al. 1982. Antropometrie československé populace od 6 do 35 let (Československá spartakiáda 1980). Praha: ÚNZ a ÚV ČSTV.
- Bláha P et al. 1986. Antropometrie československé populace od 6 do 55 let (Československá spartakiáda 1985). Praha: Ústřední štáb Československé spartakiády 1985, ÚNZ a ÚV ČSTV.
- Bláha P, Krejčovský L, Jiroutová L, Kobzová J, Sedlak P, Brabec M, Riedlová J, Vignerová J. 2006. Somatický vývoj současných českých dětí. Semilongitudinální studie. Praha: UK a SZÚ.
- Bláha P, Susanne CH, Rebato E. 2007. *Essentials of biological anthropology*. Praha: Karolinum.
- Blum WF, Crowe BJ, Quigley ChA, Jung H, Cao D, Ross JL, Braun LA, Rappold G. 2007. Growth hormone is effective in treatment of short stature associated with short stature homeobox-containing gene deficiency: Two-year results of a randomized, controlled, multicenter trial. *J Clin Endocrinol Metab* 92:219–228.
- Bouchalová M. 1987. *Vývoj během dětství a jeho ovlivnění*. Praha: Avicenum.
- Canalis E. 1998. Inhibitory actions of glucocorticoids on skeletal growth. Is local insulin-like growth factor I to blame? *Endocrinology* 139:3041–3042.
- Canda A. 2009. Stature estimation from body segment lengths in young adults. Application to

- people with physical disabilities. *J Physiol Anthropol* 28:71–82.
- Dangour AD, Schilg S, Hulse JA, Cole TJ. 2002. *Ann Hum Biol* 29:290–305.
- Doležalová P. 2005. Systémová forma juvenilní idiopatické artritidy. *Pediatric po promoci* 2:51–58.
- Dungl P et al. 2005. *Ortopedie*. Praha: Grada Publishing, a. s.
- Dvořáková L. 2008. Studium parametrů lineární tělesné proporcionality u dívek ve věku 6–10 let. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha.
- Frintová V. 2008. Studium parametrů lineární tělesné proporcionality u dívek ve věku 11–14 let. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha.
- Frost HM, Schönau E. 2000. The „muscle-bone unit“ in children and adolescents: A 2000 overview. *J Pediatr Endocrinol Metab* 13:571–590.
- Frühauf P. 2007. Celiakální sprue. *Pediatr pro Praxi* 8:333–335.
- Fujita T. 2002. Volumetric and projective bone mineral density. *J Musculoskel Neuron Interact* 2:302–305.
- Greenspan FS, Baxter JD. 2003. *Základní a klinická endokrinologie*. Praha: Nakladatelství H&H Vyšehradská, s. r. o.
- Havelka S, Hoza J et al. 2004. *Revmatologie období růstu: Diagnostika. Terapie. Rehabilitace*. Praha: MAXDORF, s. r. o.
- Hníková O. 2005. Kongenitální hypotyreóza. *Pediatr pro Praxi* 3:123–126.
- Hudáková O, Mařík I, Zemková D, Šedová M, Mazura I, Kuklík M. 2007. Osteogenesis imperfecta se zaměřením na klinicko-antropologickou charakteristiku onemocnění a diferenciální diagnostiku jednotlivých typů. *Pohybové ústrojí* 14:321–324.
- Karlberg J. 1989. On the construction of the infancy-childhood-puberty growth standard. *Acta Paediatr Scand* 78:26–37.
- Klíma J, Homola J, Němečková J, Pajerek J, Smrčka V, Škvor J. 2003. *Pediatric*. Praha: Eurolex Bohemia, s. r. o.
- Kočová K. 2008. Studium parametrů lineární tělesné proporcionality u chlapců ve věku 6–10 let. Diplomová práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha.
- Kopecký M. 2006. Somatický a motorický vývoj 7–15letých chlapců a dívek v olomouckém

regionu. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Krásničanová H, Zemková D. 1991. Růst a biologický věk. Čs Pediat 46:525–530.

Lebl J, Krásničanová H. 1996. Růst dětí a jeho poruchy. Praha: Galén, s. r. o.

Lebl J, Krásničanová H. 2007. Vývoj lidského jedince od narození do dospělosti. In: Lebl J, Provazník K, Hejčmanová L, editors. Preklinická pediatrie. Praha: Galén, s. r. o. p 7–20.

Lebl J. 2003. Porucha růstu. Pediatr pro praxi 6:332–334.

Lebl J. 2004. Diferenciální diagnostika růstové retardace. In: Lebl J, Zapletalová J, Koloušková S, editors. Dětská endokrinologie. Praha: Galén, s. r. o. p 127–140.

Lebl J. 2007a. Rozdělení dětského věku. In: Lebl J, Provazník K, Hejčmanová L, editors. Preklinická pediatrie. Praha: Galén, s. r. o. p 3–5.

Lebl J. 2007b. Vyšetření endokrinního systému. In: Lebl J, Provazník K, Hejčmanová L, editors. Preklinická pediatrie. Praha: Galén, s. r. o. p 147–154.

Lhotská L, Bláha P, Vignerová J, Roth Z, Prokopec M. 1993. V. celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 1991 (České země). Antropometrické charakteristiky. Praha: SZÚ.

Límanová Z, Laňková J, Zamrazil V. 2008. Funkční poruchy štítné žlázy. Praha: ČLS JEP.

Loughlin JO, Karp I, Henderson M, Gray-Donald K. 2008. Does cigarette use influence adiposity of height in adolescence? Ann Epidemiol 18:395–402.

Magnová O. 2008. Poruchy růstu v ambulanci PLDD. Pediatr pro Praxi 9:320–326.

Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O. 2004. Growth, maturation, and physical activity. West Yorkshire: Human Kinetics Europe Ltd.

Mařík I, Zeman J, Kuklík M. 1984. Primární dysplastická osifikace kyčelních kloubů. Acta Chir orthop Traum čech 51:241–247.

Mařík I. 2001. Systémové, končetinové a kombinované vady skeletu. 2. část: Vybraná kasuistická sdělení. Pohybové ústrojí 8 (3–4). Praha: Ortotica, s. r. o.

Maříková O, Mařík I, Kozłowski K. 2004. Osteogenesis imperfecta and spondylo-costal dysplasia in a male child. Mozgásszervi diagnosztika 10:190–192.

Milani S, Cortinovis I. 2000. Modelling pubertal growth in children with congenital disorders. In: Bodzsár É, Susanne C, Prokopec M. Puberty: Variability of Changes and Complexity of Factors. Budapest: Eötvös Univ Press. p 197–211.

Mullis PE, Patel MS, Brickell PM, Hindmarsh PC, Brook CG. 1991. Growth characteristics

- and response to growth hormone therapy in patients with hypochondroplasia: genetic linkage of the insulin-like growth factor I gene at chromosome 12q23 to the disease in a subgroup of these patients [abstract]. *Clin Endocrinol (Oxf)* 34:265–274.
- Munns CFJ, Cowell CT. 2005. Prevention and treatment of osteoporosis in chronically ill children. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 5:262–272.
- Muntau AC. 2009. *Pediatric. Praha: Grada Publishing, a. s.*
- Novák J. 2007. Bezpečnost inhalačních kortikosteroidů – část II. Inhalační kortikosteroidy, astma a růst. *Alergie* 1:20–31.
- Nussbaum RL, McInnes RR, Willard HF. 2004. *Klinická genetika. Praha: Triton.*
- Orioli IM, Castilla EE, Barbosa-Neto JG. 1986. The birth prevalence for the skeletal dysplasias. *J Med Genet* 23:328–332.
- Özkan B, Ceviz N, Büyükcavci M. 1999. Marfan syndrome. *Turk J Med Sci* 29:195–197.
- Pavlík J. 2005. *Aplikovaná statistika. Praha: VŠCHT.*
- Pomahačová R. 2007. Léčba růstovým hormonem v dětském věku. *Farmakoterapie* 5:501–506.
- Prader A, Largo RH, Molinari L, Issler C. 1989. Physical growth of Swiss children from birth to twenty years of age. *Helv Paediatr Acta* 52:1–125.
- Provazník K, Vignerová J, Bláha P. 2007. Hodnocení tělesného růstu a vývoje dítěte. In: Lebl J, Provazník K, Hejčmanová L, editors. *Preklinická pediatrie. Praha: Galén, s. r. o.* p 23–34.
- Rao S, Joshi S, Kanade A. 2000. Growth in some physical dimensions in relation to adolescent growth spurt among rural Indian children. *Ann Hum Biol* 27:127–138.
- Rappold G, Blum WF, Shavrikova EP, Crowe BJ, Roeth R, Quigley ChA, Ross JL, Niesler B. 2007. Genotypes and phenotypes in children with short stature: clinical indicators of *SHOX* haploinsufficiency. *J Med Genet* 44:306–313.
- Rebato E, Salces I, San Martín L, Rosique J, Hauspie R, Susanne C. 1997. Age variations in sibling correlations for height, sitting height and weight. *Ann Hum Biol* 24:585–592.
- Riegerová J, Přidalová M, Ulbrichová M. 2006. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu (příručka funkční antropologie). Olomouc: Nakladatelství HANEX.*
- Riegerová J, Sedlak P, Kopecký M. 2004. Stav hodnot biologického-proporcionálního věku u současných dětí a mládeže ve věku 16 až 17 let. *Čs Pediat* 59:555–560.

- Riegerová J, Sedlak P. 1996. Metody diagnostiky biologického věku u dětí – biologický proporcionální věk. *Čs Pediat* 51:42–46.
- Riegerová J. 1987. Growth dynamics of selected anthropometric parameters of Olomouc 10–17-aged girls. *Acta Univ Palacki Olomuc, Fac Rer Nat* 90:253–271.
- Robbins WJ, Brody S, Hogan AG, Jackson CM, Greene CW. 1928. *Growth*. New Haven: Yale University Press.
- Roughley PJ, Rauch F, Glorieux FH. 2003. Osteogenesis Imperfecta – clinical and molecular diversity. *Eur Cell Mater* 5:39–47.
- Sedlak P, Bláha P, Jiroutová L, Brabec M, Vignerová J. 2007. Růstová dynamika znaků lineární tělesné proporcionality – semilongitudinální růstová studie. *Slov Antropol* 10:121–130.
- Sedlak P. 2000. Somatický vývoj chlapců v prepubertě a nástupu puberty. *Čs Pediat* 55:370–374.
- Sedlak P. 2001. Vývoj hmotnostně-výškové proporcionality ve vztahu k tělesnému složení u chlapců v prepubertě a při nástupu puberty. *Locomotor systém* 8:30–40.
- Scheinost M, Pavelka K, Skácelová S, Šimková G, Svobodová R. 2006. Prevence a terapie glukokortikoidy indukované osteoporózy. *Interní Med* 9:389–392.
- Schneidrová D. 2007. Poruchy z výživy u dětí a mladistvých. In: Lebl J, Provazník K, Hejmanová L, editors. *Preklinická pediatrie*. Praha: Galén, s. r. o. p 55–59.
- Smith R, Wordsworth P. 2005. *Clinical and biochemical disorders of the skeleton*. Oxford: Oxford University Press.
- Sochett E, Mäkitie O. 2005. Osteoporosis in chronically ill children. *Ann Med* 37:286–294.
- Souza JF, Passos RL, Guedes AC, Rezende NA, Rodrigues LO. 2009. Muscular force is reduced in neurofibromatosis type 1. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 9:15–17.
- Šmahel Z. 2001. *Principy, teorie a metody auxologie*. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Tandon A, Bhargava SK, Goel S, Bhatt S. 2008. Pseudoachondroplasia: A rare cause of rhizomelic dwarfism. *Ind J Orthop* 42:477–479.
- Tatton-Brown K, Rahman N. 2007. Sotos syndrome. *Eur J of Hum Genet* 15:264–271.
- Van Wyk JJ, Smith EP. 1999. Insulin-like growth factors and skeletal growth: Possibilities for therapeutic interventions. *J Clin Endocrinol Metab* 84:4349–4354.



- Veldhuis JD, Metzger DL, Martha PM, Mauras N, Kerrigan JR, Keenan B, Rogol AD, Pincus SM. 1997. Estrogen and testosterone, but not a nonaromatizable androgen, direct network integration of the hypothalamo-somatotrope (growth hormone)-insulin-like growth factor I axis in the human: Evidence from pubertal pathophysiology and sex-steroid hormone replacement. *J Clin Endocrinol Metab* 82:3414–3420.
- Vignerová J, Riedlová J, Bláha P, Kobzová J, Krejčovský L, Brabec M, Hrušková M. 2006. 6. Celostátní antropologický výzkum dětí a mládeže 2001. Česká republika. Souhrnné výsledky. Praha: UK a SZÚ.
- Vokurka M, Hugo J. 2008. Praktický slovník medicíny. Praha: MAXDORF, s. r. o.
- Votava F. 2007. Vyšetření respiračního systému. In: Lebl J, Provazník K, Hejčmanová L, editors. *Preklinická pediatrie*. Praha: Galén, s. r. o. p 105–111.
- Zapletalová J, Lebl J. 2004. Turnerův syndrom – klinická symptomatologie. In: Lebl J, Zapletalová J, Koloušková S, editors. *Dětská endokrinologie*. Praha: Galén, s. r. o. p 101–123.
- Zapletalová J. 2004. SHOX gen v etiopatogenezi růstové retardace. In: Lebl J, Zapletalová J, Koloušková S, editors. *Dětská endokrinologie*. Praha: Galén, s. r. o. p 91–98.
- Zemková D, Mařík I. 1998. Antropometrie a její využití v komplexní péči o pacienty s kostními dysplaziemi. *Pohybové ústrojí* 5:119–126.
- Zemková D. 2000. Antropometrie a její význam při sledování chronicky nemocných dětí – na modelu cystické fibrózy. Dizertační práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Praha.
- Zikán V. 2007. Glukokortikoidy indukovaná osteoporóza. *Interní Med* 9:324–327.
- Zímová J. 2001. Neendokrinní příčiny opoždění růstu. *Pediatr pro praxi* 6:282–283.
- Zvára K. 2004. Biostatistika. Praha: Nakladatelství Karolinum.
- Živičnjak M, Narančić NS, Szivoczka L, Franke D, Hrenovic J, Bišof V. 2003. Gender-specific growth patterns. *Coll Antropol* 27:321–334.